

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-197717

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/135
G02B 5/18
G02B 13/00
G02B 13/18
G11B 7/004
G11B 7/125
G11B 7/24

(21)Application number : 2001-328872

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 21.01.2000

(72)Inventor : OTA KOHEI
ARAI NORIKAZU
SAITO SHINICHIRO
KOJIMA TOSHIYUKI
KIRIKI TOSHIHIKO

(30)Priority

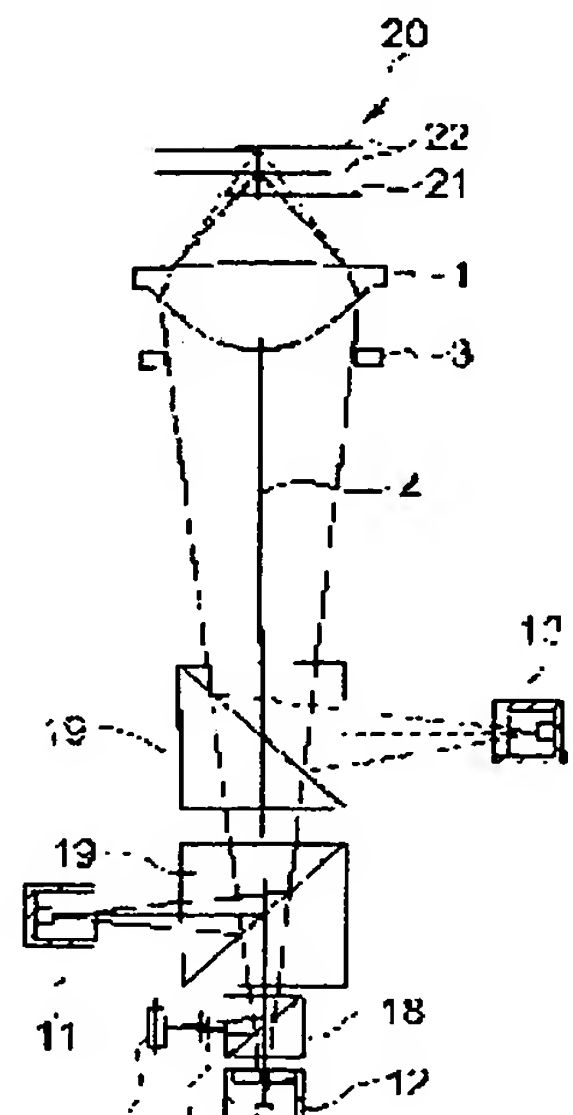
Priority number : 11041925	Priority date : 19.02.1999	Priority country : JP
11095347	01.04.1999	
11097480	05.04.1999	JP
11015010	22.01.1999	
11257466	10.09.1999	JP
11312701	02.11.1999	JP
		JP
		JP
		JP

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE, RECORDING/REPRODUCING DEVICE HAVING THE OPTICAL PICKUP DEVICE, OPTICAL DEVICE, METHOD FOR RECORDING/REPRODUCING INFORMATION, OPTICAL SYSTEM, LENS, DIFFRACTING OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL DISK, REPRODUCING DEVICE AND OBJECT LENS FOR OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical pickup device in which an aberration is corrected with simple constitution, a recording/reproducing device having the optical pickup device, an optical device, a method for recording/reproducing information, an optical system, a lens, a diffracting optical system for an optical disk, a reproducing device and an object lens for the optical pickup device.

SOLUTION: A spherical aberration is corrected by offsetting an action of a diffracting surface against an action of refractive surface to each of three light sources 11, 12 and 13 having different wavelengths including an optical surface in which a diffracted zonal lens is provided on the refractive surface of the object lens 1. Also, a loss of light quantity is reduced by using 1st order diffracted light as diffracted light with respect to light from the light sources 11, 12 and 13 of three wavelengths. Also, the object lens is provided with a diffracted pattern in at least one surface, when luminous fluxes from the light sources of different wavelengths are condensed on an information recording surface, 1st order diffracted light from the diffracted pattern is used in



reproducing of a plurality of recording media. +1st order diffracted light is used or -1st order diffracted light is used as utilized diffracted light depending on the condition of the recording medium.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**Japan's Publication for Unexamined Patent
Application No. 197717/2002 (Tokukai 2002-197717)**

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to claim 21 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[0014]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

An optical pickup ... includes: a first light source for emitting a first light beam of a first wavelength; a second light source for emitting a second light beam of a second wavelength different from the first wavelength; and a focusing optical system having an optical axis, a diffracting section, and a photodetector, the first light beam passing through the diffracting section to generate diffraction light of at least one n th order component which is greater in quantity than any other order of the diffraction light of the first light beam, the second light beam passing through the diffracting section to generate diffraction light of at least one n th order component which is greater in quantity than any other order of the diffraction light of the second light beam. Here, n is an integer other than 0.

[0025]

Note that, the n th order component of the diffraction light is preferably +1 or -1 because it causes smaller light quantity loss compared with the diffraction light of higher orders.

[DESCRIPTION OF THE EMBODIMENT]

[0403]

...The optical disks 20 includes a first optical disk (DVD) with a transparent substrate of a thickness t_1 , a second optical disk (next-generation high-density optical disk using a blue laser), and a third optical disk (CD) with a transparent substrate of a thickness t_2 different from t_1 . Here, the thickness of the transparent substrate $t_1 = 0.6\text{mm}$, and $t_2 = 1.2\text{mm}$.

[0404]

The light sources of the optical pickup device 10 are a first semiconductor laser 11 (first light source: wavelength $\lambda_1 = 610\text{nm}$ to 670nm), a blue laser 12 (second light source: wavelength $\lambda_2 = 400\text{nm}$ to 440nm), and a second semiconductor laser 13 (third light source: wavelength $\lambda_3 = 740\text{nm}$ to 870nm). The first through third light sources are used exclusively according to the type of optical disk used to record or reproduce information.

(3)

3

630nm< λ 1<670nm
760nm< λ 2<820nm
0.55<NA1<0.68
0.40<NA2<0.55

【請求項11】 前記集光光学系は対物レンズを備え、前記対物レンズは前記回折部を有し、

λ 1=650nm

λ 1=0.6mm

NA1=0.6であって、

前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である前記第1の光束を入射させ、前記第1の透明基板を介して前記第1の情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.88〜0.91 μ mであることを特徴とする請求項10に記載の光ビックアップ装置。

【請求項12】 前記集光光学系は対物レンズを備え、前記対物レンズは前記回折部を有し、

λ 1=650nm

λ 1=0.6mm

NA1=0.65であって、

前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である前記第1の光束を入射させ、前記第1の透明基板を介して前記第1の情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.81〜0.84 μ mであることを特徴とする請求項10に記載の光ビックアップ装置。

【請求項13】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項10に記載の光ビックアップ装置。

λ 1=0.6mm

λ 2=1.2mm

λ 1=650nm

λ 2=780nm

NA1=0.6

NA2=0.45

【請求項14】 前記集光光学系は対物レンズを備え、前記対物レンズは前記回折部を有し、前記集光光学系が前記第2の光束の前記n次回折光を前記第2の情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に集光する 合に、球面収差が少なくとも1箇所の不連続部を有することを特徴とする請求項8に記載の光ビックアップ装置。

【請求項15】 前記球面収差は、前記NA2近傍において不連続部を有することを特徴とする請求項14に記載の光ビックアップ装置。

【請求項16】 前記球面収差は、開口数 (NA) が0.45において不連続部を有することを特徴とする請求項14に記載の光ビックアップ装置。

【請求項17】 前記球面収差は、開口数 (NA) が0.5において不連続部を有することを特徴とする請求項14に記載の光ビックアップ装置。

4

【請求項18】 前記集光光学系は、開口数が前記NA1以下の前記第1の光束の前記n次回折光を前記第1の光情報記録媒体の前記第1の情報記録面上に、最良像点における波面収差が0.07 λ rmsとなるように集光するように、

前記集光光学系は、前記不連続部となる開口数以下の前記第2の光束の前記n次回折光を前記第2の光情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に、最良像点における波面収差が0.07 λ rmsとなるように集光することを特徴とする請求項14に記載の光ビックアップ装置。

【請求項19】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記対物レンズが前記回折部を有し、

前記第2の光情報記録媒体に対する記録または再生を行うために、前記集光光学系が、前記回折部を通じた前記第2の光束における前記n次回折光を、前記第2の光情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に集光する場合に、球面収差は連続し、不連続部を有さないことを特徴とする請求項8に記載の光ビックアップ装置。

【請求項20】 前記NA1では球面収差が20 μ m以上であって、前記NA2では球面収差が10 μ m以下であることを特徴とする請求項19に記載の光ビックアップ装置。

【請求項21】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項5に記載の光ビックアップ装置。

λ 1< λ 2

λ 1> λ 2

ここで、 λ 1：前記第1の光源の波長

λ 2：前記第2の光源の波長

λ 1：前記第1の透明基板の厚さ

λ 2：前記第2の透明基板の厚さ

【請求項22】 前記n次回折光は、 -1 次回折光であることを特徴とする請求項21に記載の光ビックアップ装置。

【請求項23】 前記回折部における前記第1の光束の前記n次回折光の回折効率をA%とし、他のある次数の回折光の回折効率をB%としたとき、 $A-B \geq 10$ であり、

前記回折部における前記第2の光束の前記n次回折光の回折効率をA' %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、 $A'-B' \geq 10$ であることを特徴とする請求項1〜22のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項24】 前記回折部における前記第1の光束の前記n次回折光の回折効率をA%とし、他のある次数の回折光の回折効率をB%としたとき、 $A-B \geq 50$ であり、

前記回折部における前記第2の光束の前記n次回折光の回折効率をA' %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、 $A'-B' \geq 50$ であることを特徴とする請求項1〜22のいずれか1項に記載の光ビ

5

ックアップ装置。
【請求項25】 前記第1の光束の波長と前記第2の光束の波長との差が80nm以上、400nm以下であることを特徴とする請求項1〜24のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項26】 前記回折部は、前記光軸の方向から見て、複数の輪帯を有し、前記複数の輪帯が前記光軸または前記光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円上に形成されていることを特徴とする請求項1〜25のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項27】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累積数で表される位相差関数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項28】 前記回折部の前記複数の各位置を示す累積数で表される位相差関数が、2乗項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項29】 前記回折部の前記複数の各位置を示す累積数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項30】 前記回折部で付加される回折作用の正負の符号が、前記光軸と垂直に前記光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項31】 前記回折部の前記複数の輪帯は、グレース化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置することを特徴とする請求項30に記載の光ビックアップ装置。

【請求項32】 前記回折部の前記複数の輪帯は、グレース化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置することを特徴とする請求項30に記載の光ビックアップ装置。

【請求項33】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記対物レンズの像側の最大開口数に対応する前記回折部の前記輪帯のピッチP fと、前記最大開口数の1/2に対応する前記回折部の前記輪帯のピッチP hとが、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

0.4 \leq |(Ph/Pf)−2| \leq 25

【請求項34】 前記回折部は、第1の回折パターンと、第2の回折パターンとを有し、

前記第2の回折パターンが、前記第1の回折パターンよりも前記光軸から離れていることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

(4)

6

【請求項35】 前記回折部の前記第1の回折パターンを通じた前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第1の回折パターンを通じた前記第2の光束において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通じた前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第1の回折パターンを通じた前記第2の光束において、0次光が他の次数の回折光に比して多く発生することを特徴とする請求項34に記載の光ビックアップ装置。

【請求項36】 前記回折部の前記第1の回折パターンを通じた前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折光の前記第1の回折パターンを通じた前記第2の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通じた前記第1の光束において、0次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第2の回折パターンを通じた前記第2の光束においては、前記n次ではない負の次数の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生することを特徴とする請求項34に記載の光ビックアップ装置。

【請求項37】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記対物レンズの像側の最大開口数以下の光束が全て前記回折部を通ることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項38】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記対物レンズの像側の最大開口数以下の光束のうち、一部の光束が前記回折部を通し、他の一部の光束が前記回折部を通しないことを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項39】 前記回折部の前記複数の段差数が、2以上、45以下であることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項40】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差数が、2以上、15以下であることを特徴とする請求項39に記載の光ビックアップ装置。

【請求項41】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差部の前記光軸方向の深さが2 μ m以下であることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項42】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記回折部は前記対物レンズに設けられており、開口数 (NA) が0.4における前記回折部のピッチが10〜70 μ mであることを特徴とする請求項26に記載の光ビックアップ装置。

【請求項43】 前記集光光学系は屈折面を有するレンズを有し、前記回折部が前記レンズに設けられているこ

(7)

11

置。

【請求項72】 前記光検出器と、前記第1の光源または前記第2の光源と、がユニット化されていることを特徴とする請求項1～71のいずれか1項に記載の光ビツクアツプ装置。

【請求項73】 前記光検出器と、前記第1の光源及び前記第2の光源と、がユニット化されていることを特徴とする請求項1～71のいずれか1項に記載の光ビツクアツプ装置。

【請求項74】 第2の光検出器を更に具備し、前記光検出器は前記第1の光束用であり、前記第2の光検出器は前記第2の光束用であつて、

前記光検出器と、前記第2の光検出器と、前記第1の光源及び前記第2の光源と、がユニット化されていることを特徴とする請求項1に記載の光ビツクアツプ装置。

【請求項75】 前記第1の光源と前記第2の光源と、がユニット化されていることを特徴とする請求項1に記載の光ビツクアツプ装置。

【請求項76】 オーバーシュートが0～20％であることを特徴とする請求項1～75のいずれか1項に記載の光ビツクアツプ装置。

【請求項77】 光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための光ビツクアツプ装置において使用される光学素子であつて、光軸と、回折部と、を具備し、

第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生され、前記第1の光束との波長差が80nm～400nmである第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生されることを特徴とする光学素子。ここで、nは0以外の整数である。

【請求項78】 前記光ビツクアツプ装置が、前記第1の光束を射出する第1の光源と、前記第2の光束を射出する第2の光源と、光検出器と、を有することを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項79】 前記光ビツクアツプ装置は少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して情報の再生または記録が可能であり、

前記第1の光源の前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第1の光情報記録媒体に情報を記録するために使用され、

前記第2の光源の前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第2の光情報記録媒体に情報を記録するために使用されることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項80】 前記光ビツクアツプ装置は集光光学系を備え、

12

前記集光光学系は、第1の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは前記第1の光情報記録媒体に情報を記録するために、前記光学素子の前記回折部に達した前記第1の光束により前記回折部で発生した前記第1の光束の前記n次回折光を、第1の透明基板を介して前記第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面に集光することができる、

前記集光光学系は、第2の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは前記第2の情報記録媒体に情報を記録するために、前記光学素子の前記回折部に達した前記第2の光束により前記回折部で発生した前記第2の光束の前記n次回折光を、第2の透明基板を介して前記第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に集光することができることを特徴とする請求項79に記載の光学素子。

【請求項81】 前記光ビツクアツプ装置は対物レンズを有し、前記集光光学系は、前記第1の光束における前記n次回折光を前記第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、前記対物レンズの像側の、前記第1の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で集光でき、

前記集光光学系は、前記第2の光束における前記n次回折光を前記第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、前記対物レンズの像側の、前記第2の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で集光できることを特徴とする請求項80に記載の光学素子。

【請求項82】 前記第1の光情報記録媒体は厚さt1の第1の透明基板を有し、前記第2の光情報記録媒体は厚さt1と異なる厚さt2の第2の透明基板を有することを特徴とする請求項79に記載の光学素子。

【請求項83】 前記光ビツクアツプ装置は対物レンズを含む集光光学系を有し、

前記集光光学系は、前記回折部を通過した前記第1の光束における前記n次回折光を前記第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、前記対物レンズの像側の、前記第1の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で集光でき、

前記集光光学系は、前記第2の光束における前記n次回折光を前記第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、前記対物レンズの像側の、前記第2の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で集光できることを特徴とする請求項82に記載の光学素子。

【請求項84】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項82に記載の光学素子。

$$\lambda 1<\lambda 2$$

$$t 1< t 2$$

ここで、λ1：前記第1の光源の波長

λ2：前記第2の光源の波長

t1：前記第1の透明基板の厚さ

(8)

13

t2：前記第2の透明基板の厚さ

【請求項85】 前記光ビツクアツプ装置は対物レンズを有し、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項84に記載の光学素子。

$$NA1>NA2$$

ここで、NA1：波長がλ1の光による前記第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な前記対物レンズの像側の所定開口数

NA2：波長がλ2の光による前記第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な前記対物レンズの所定開口数

【請求項86】 前記n次回折光は、+1次回折光であることを特徴とする請求項77～85のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項87】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項85に記載の光学素子。

$$0.55\text{mm}<t1<0.65\text{mm}$$
$$1.1\text{mm}<t2<1.3\text{mm}$$
$$630\text{nm}<\lambda 1<670\text{nm}$$
$$760\text{nm}<\lambda 2<820\text{nm}$$
$$0.55<NA1<0.68$$
$$0.40<NA2<0.55$$

【請求項88】 前記光学素子は前記対物レンズであり、

$$\lambda 1=650\text{nm}$$
$$t1=0.6\text{mm}$$

NA1=0.6であつて、

前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である前記第1の光束を入射させ、前記第1の透明基板を介して前記第1の光情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.88～0.91μmであることを特徴とする請求項87に記載の光学素子。

【請求項89】 前記光学素子は前記対物レンズであり、

$$\lambda 1=650\text{nm}$$
$$t1=0.6\text{mm}$$

NA1=0.65であつて、

前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である前記第1の光束を入射させ、前記第1の透明基板を介して前記第1の光情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.81～0.84μmであることを特徴とする請求項87に記載の光学素子。

【請求項90】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項87に記載の光学素子。

$$t1=0.6\text{mm}$$
$$t2=1.2\text{mm}$$
$$\lambda 1=650\text{nm}$$
$$\lambda 2=780\text{nm}$$
$$NA1=0.6$$
$$NA2=0.45$$

14

【請求項91】 前記光学素子は前記対物レンズであつて、前記第2の光束の前記n次回折光を前記第2の光情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に集光する場合に、球面収差が少なくとも1箇所の不連続部を有することを特徴とする請求項85に記載の光学素子。

【請求項92】 前記球面収差は、前記NA2近傍において不連続部を有することを特徴とする請求項91に記載の光学素子。

【請求項93】 前記球面収差は、開口数(NA)が0.45において不連続部を有することを特徴とする請求項91に記載の光学素子。

【請求項94】 前記球面収差は、開口数(NA)が0.5において不連続部を有することを特徴とする請求項91に記載の光学素子。

【請求項95】 前記対物レンズは、開口数が前記NA1以下の前記第1光束の前記n次回折光を前記第1の光情報記録媒体の前記第1の情報記録面上に、最良像点における波面収差が0.07λrmsとなるように集光するように、

前記対物レンズは、前記不連続部となる開口数以下の前記第2光束の前記n次回折光を前記第2の光情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に、最良像点における波面収差が0.07λrmsとなるように集光することを特徴とする請求項91に記載の光学素子。

【請求項96】 前記光学素子は前記対物レンズであり、

前記第2の光情報記録媒体に対する記録または再生を行うために、前記ビツクアツプ装置の前記対物レンズを含む集光光学系が前記回折部を通過した前記第2の光束における前記n次回折光を、前記第2の光情報記録媒体の前記第2の情報記録面上に集光する 合に、球面収差は連続し、不連続部を有さないことを特徴とする請求項85に記載の光学素子。

【請求項97】 前記NA1では球面収差が20μm以上であつて、前記NA2では球面収差が10μm以下であることを特徴とする請求項96に記載の光学素子。

【請求項98】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項82に記載の光学素子。

$$\lambda 1<\lambda 2$$

$$t1> t2$$

ここで、λ1：前記第1の光源の波長

λ2：前記第2の光源の波長

t1：前記第1の透明基板の厚さ

t2：前記第2の透明基板の厚さ

【請求項99】 前記n次回折光は、-1次回折光であることを特徴とする請求項98に記載の光学素子。

【請求項100】 前記回折部における前記第1の光束の前記n次回折光の回折効率をA%とし、他のある次数の回折光の回折効率をB%としたとき、A-B≧10で

(9)

15

あり、前記回折部における前記第2の光束の前記n次回折光の回折効率をA' %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、 $A' - B' \geq 10$ であることを特徴とする請求項77～99のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項101】 前記回折部における前記第1の光束の前記n次回折光の回折効率をA %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB %としたとき、 $A - B \geq 50$ であり、

前記回折部における前記第2の光束の前記n次回折光の回折効率をA' %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、 $A' - B' \geq 50$ であることを特徴とする請求項77～99のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項102】 前記回折部は、前記光軸の方向から見て、複数の輪帯を有し、前記複数の輪帯が前記光軸または前記光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円上に形成されていることを特徴とする請求項77～101のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項103】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項104】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項105】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項106】 前記回折部で付加される回折作用の正負の符号が、前記光軸と垂直に前記光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることとを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項107】 前記回折部の前記複数の輪帯は、ブレーズ化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置することを特徴とする請求項106に記載の光学素子。

【請求項108】 前記回折部の前記複数の輪帯は、ブレーズ化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置することを特徴とする請求項106に記載の光学素子。

【請求項109】 前記光ビックアップ装置は対物レンズを有し、前記対物レンズの像側の最大開口数に対応する前記回折部の前記輪帯のピッチP fと、前記最大開口

16

数の1/2に対応する前記回折部の前記輪帯のピッチPhとが、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

$$0.4 \leq (Ph/Pf) - 2 \leq 2.5$$

【請求項110】 前記回折部は、第1の回折パターンと、第2の回折パターンとを有し、

前記第2の回折パターンが、前記第1の回折パターンよりも前記光軸から離れていることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

10 【請求項111】 前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、

20 【請求項112】 前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、

30 【請求項113】 前記光学素子の光束が入射する面または光束を出射する面の実質的に全面に前記回折部が設けられていることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

40 【請求項114】 前記光学素子の光束が入射する面または光束を出射する面の面積の10 %以上、90 %未満が前記回折部であることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項115】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差数が、2以上、45以下であることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項116】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差数が、2以上、15以下であることを特徴とする請求項115に記載の光学素子。

50 【請求項117】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差部の前記光軸方向の深さが2 μm以下であることを特徴

17

とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項118】 前記光学素子は前記光ビックアップ装置の対物レンズであり、開口数(NA)が0.4における前記回折部のピッチが10～70 μmであることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項119】 前記光学素子が屈折面を有するレンズであることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

10 【請求項120】 前記光学素子が前記光ビックアップ装置の対物レンズであることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

【請求項121】 前記光学素子が前記光ビックアップ装置のコリメータレンズであることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

【請求項122】 前記光学素子が前記光ビックアップ装置の対物レンズでもコリメータレンズでもないことを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

20 【請求項123】 前記対物レンズは、外周にフランジ部を有することを特徴とする請求項120に記載の光学素子。

【請求項124】 前記対物レンズの前記屈折面は、非球面であることを特徴とする請求項120に記載の光学素子。

【請求項125】 前記レンズはアッペ数vdが50よりも大きい材料でできていることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

30 【請求項126】 前記レンズは、プラスチックレンズであることを特徴とする請求項119～125のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項127】 前記レンズは、ガラスレンズであることを特徴とする請求項119～125のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項128】 前記n次回折光が+1次回折光もしくは-1次回折光であることを特徴とする請求項77、102～127のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項129】 前記回折部における前記n次回折光の回折効率、前記第1の光束の波長と前記第2の光束の波長との間の波長において最大であることを特徴とする請求項77～128のいずれか1項に記載の光学素子。

40 【請求項130】 前記回折部における前記n次回折光の回折効率、前記第1の光束の波長または前記第2の光束の波長において最大であることを特徴とする請求項77～128のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項131】 前記光学素子が、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項77～130のいずれか1項に記載の光学素子。

$$-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.00005^{\circ}\text{C}$$

ここで、ΔT (℃)：温度変化

(10)

18

Δn：前記光学素子の屈折率の変化量

【請求項132】 前記光ビックアップ装置は対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に0.07 λrms以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では0.07 λrmsより大きい状態となり、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、0.07 λrms以下の状態で集光されるか、または、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、0.07 λrms以下の状態で集光され、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束は、前記第2の光情報記録媒体上では、0.07 λrmsより大きい状態となり、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、0.07 λrms以下の状態で集光されることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

30 【請求項133】 前記光ビックアップ装置は対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に0.07 λrms以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では0.07 λrms以下の状態で集光されるか、もしくは遮蔽されて前記第1の情報記録面上まで達することがなく、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、0.07 λrms以下の状態で集光されるか、または、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、0.07 λrms以下の状態で集光され、

50

(11)

19

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束は、前記第2の光情報記録媒体上では、 $0.07\lambda\text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくはは遮蔽されて前記第2の情報記録面上まで達することがなく、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda\text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項134】 オーバーシュートが0〜20%であることを特徴とする請求項77〜133のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項135】 光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための装置であって、

光ビックアップ装置を備え、
前記光ビックアップ装置は、
第1の波長を有する第1の光束を射出する第1の光源と、
前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、
光軸と回折部と光検出器とを有する集光光学系と、を備え、

前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生されることを特徴とする記録再生装置。ここで、nは0以外の整数である。

【請求項136】 光ビックアップ装置により、少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して情報の再生または記録をする記録再生方法であって、
前記光ビックアップ装置は、第1の光源と、第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系と、を備え、
前記第1の光源から第1の光束をまたは前記第2の光源から前記第1の光束の波長と異なる第2の光束を射出するステップと、

前記第1の光束または前記第2の光束を前記回折部を通過させて前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光または前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光を発生させるステップ（ここで、前記第1の光束の少なくとも1つと1つの次数の回折光の内のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きいとしたときに、前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光の内のn次回折光量が前記第2の光束の他のい

20

ずれの次数の回折光量よりも大きい）と、
前記集光光学系により、前記第1の光束の前記n次回折光を第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面にまたは前記第2の光束の前記n次回折光を第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に、前記光ビックアップ装置が前記第1の光情報記録媒体または前記第2の光情報記録媒体に情報を記録しまたはそこから情報を再生するために、集光するステップと、

前記光検出器により、前記集光された前記n次回折光の前記第1の情報記録面からの第1の反射光または前記集光された前記n次回折光の前記第2の情報記録面からの第2の反射光を検出するステップと、を含むことを特徴とする情報の記録再生方法。ここで、nは0以外の整数である。

【請求項137】 1以上の光学素子を含んでおり、光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、

前記光学素子の少なくとも1つの光学素子は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学系。

【請求項138】 1以上の光学素子を含んでおり、光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、

互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学系。

【請求項139】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ選択的に発生する回折光の特定次数が同じ次数であることを特徴とする請求項138に記載の光学系。

【請求項140】 前記同じ次数の回折光が1次回折光であることを特徴とする請求項137または139に記載の光学系。

【請求項141】 請求項137乃至140の何れか1項に記載の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折バワーを有するレンズであることを特徴とする光学系。

【請求項142】 前記レンズの屈折面形状が非球面であることを特徴とする請求項141に記載の光学系。

【請求項143】 前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に対する回折光の回折効率を、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項141または142に記載の光学系。

【請求項144】 前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長または最小波長の光に対

21

する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項141または142に記載の光学系。

【請求項145】 前記レンズの前記回折面で付加される回折バワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とする請求項141乃至144の何れか1項に記載の光学系。

【請求項146】 前記レンズの前記回折面で付加される回折バワーが、光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に1回切り替わることを特徴とする請求項145に記載の光学系。

【請求項147】 前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されていることを特徴とする請求項137乃至146の何れか1項に記載の光学系。

【請求項148】 前記複数の輪帯の各位置を示す帯級数で表される位相差関数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に零以外の係数を有することを特徴とする請求項147に記載の光学系。

【請求項149】 前記複数の輪帯の各位置を示す帯級数で表される位相差関数が、2乗項に零以外の係数を有することを特徴とする請求項147または148に記載の光学系。

【請求項150】 前記複数の輪帯の各位置を示す帯級数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項147または148に記載の光学系。

【請求項151】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光（波長 λ ）のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では $0.07\lambda\text{rms}$ 以下であることを特徴とする請求項137乃至150の何れか1項に記載の光学系。

【請求項152】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうちの1つの波長 λ_1 が $\pm 10\text{nm}$ の範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であることを特徴とする請求項151に記載の光学系。

【請求項153】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、波長 λ_2 の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長 λ_2 の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ より大であることを特徴とする請求項151に記載の光学系。

【請求項154】 前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が $0.10\lambda_2\text{rms}$ 以上であることを特徴とする請求項15

(12)

22

3に記載の光学系。
【請求項155】 前記別波長の光に対する所定開口数を NA1 とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数を NA2 としたとき、 $\text{NA1} > \text{NA2} > 0.5 \times \text{NA1}$ を満足することを特徴とする請求項153または154に記載の光学系。

【請求項156】 前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。

【請求項157】 前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。
【請求項158】 前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。

【請求項159】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち何れか2つの波長に対して長い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数を NA としたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3 / (2\text{NA}^2)$ 以上且つ $+\lambda_3 / (2\text{NA}^2)$ 以下であることを特徴とする請求項151乃至158の何れか1項に記載の光学系。
【請求項160】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする請求項151乃至159の何れか1項に記載の光学系。

【請求項161】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長が、互いに異なる3つの波長であることを特徴とする請求項151乃至160の何れか1項に記載の光学系。

【請求項162】 前記互いに異なる3つの波長の光をそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 （ $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ）とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれ NA1 、 NA2 、 NA3 とするとき、 $0.60 \leq \text{NA1}$ 、 $0.60 \leq \text{NA2}$ 、 $0.40 \leq \text{NA3} \leq 0.50$ を満足することを特徴とする請求項161に記載の光学系。

【請求項163】 前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮蔽することが可能なフイルターが設けられていることを特徴とする請求項151乃至162の何れか1項に記載の光学系。

(13)

23

【請求項164】 前記回折面を有する光学素子が対物レンズであることを特徴とする請求項137乃至150の何れか1項に記載の光学系。

【請求項165】 前記回折面を有する光学素子が前記対物レンズであることを特徴とする請求項151乃至163の何れか1項に記載の光学系。

【請求項166】 前記対物レンズが1枚のレンズからなることを特徴とする請求項164または165に記載の光学系。

【請求項167】 前記対物レンズの両面に前記回折面が設けられていることを特徴とする請求項166に記載の光学系。

【請求項168】 前記対物レンズの材料のアップベックdが50よりも大きいことを特徴とする請求項164乃至167の何れか1項に記載の光学系。

【請求項169】 前記対物レンズがプラスチック製であることを特徴とする請求項164乃至168の何れか1項に記載の光学系。

【請求項170】 前記対物レンズがガラス製であることを特徴とする請求項164乃至168の何れか1項に記載の光学系。

【請求項171】 前記対物レンズは、前記回折面が形成された樹脂層をガラスレンズ表面に有するものであることを特徴とする請求項164～168のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項172】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が80nm以上であることを特徴とする請求項137乃至171の何れか1項に記載の光学系。

【請求項173】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が400nm以下であることを特徴とする請求項172記載の光学系。

【請求項174】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が100nm以上200nm以下であることを特徴とする請求項173記載の光学系。

【請求項175】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれ光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が、該特定次数以外の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも10%以上高い効率であることを特徴とする請求項137乃至174の何れか1項に記載の光学系。

【請求項176】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が、該特定次数以外の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも30%以上高い効率であることを特徴とする請求項175記載の光学系。

【請求項177】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が50%以上である

24

ことを特徴とする請求項137乃至176の何れか1項に記載の光学系。

【請求項178】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が70%以上であることを特徴とする請求項177記載の光学系。

【請求項179】 前記回折面があることによつて、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の前記選択的に発生された特定次数の回折光が焦点を結ぶに際して、前記回折面がない場合に比較して球面収差が改善されることを特徴とする請求項137乃至178の何れか1項に記載の光学系。

【請求項180】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光（波長λ）に対して、それぞれ選択的に発生する特定次数の回折光の結像面上での波面収差が0.07λrms以下であることを特徴とする請求項137乃至179の何れか1項に記載の光学系。

【請求項181】 請求項137乃至180の何れか1項に記載の光学系を有することを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項182】 互いに異なる波長の光を出力する少なくとも2つの光源と、前記光源からの光を情報記録媒体上に集光する、1以上の光学素子を含む光学系と、前記情報記録媒体からの透過光或いは反射光を検出する光検出器とを備えた光ビックアップ装置において、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項183】 互いに異なる波長の光を出力する少なくとも2つの光源と、前記光源からの光を情報記録媒体上に集光する、1以上の光学素子を含む光学系と、前記情報記録媒体からの透過光或いは反射光を検出する光検出器とを備えた光ビックアップ装置において、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項184】 請求項182または183に記載の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折パワーを有するレンズであることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項185】 前記レンズが、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に対する回折光の回折効率が、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率が50%以上である

(14)

25

【請求項186】 前記レンズが、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の最大波長または最小波長の光に対する回折光の回折効率が、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項184に記載の光ビックアップ装置。

【請求項187】 前記レンズは、外周にフランジ部を有することを特徴とする請求項184に記載の光ビックアップ装置。

【請求項188】 前記フランジ部は、前記レンズの光軸に対し略垂直方向に延びた面を有することを特徴とする請求項187に記載の光ビックアップ装置。

【請求項189】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光（波長λ）のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λrms以下であることを特徴とする請求項182乃至188の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項190】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光（波長λ）のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内では0.07λrms以下であることを特徴とする請求項182乃至188の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項191】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうちの1つの波長λ₁が±10nmの範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λ₁rms以下であることを特徴とする請求項189または190に記載の光ビックアップ装置。

【請求項192】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、波長λ₂の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長λ₂の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記波長の光に関する所定開口数内では前記波長λ₂の光の結像面上での波面収差が0.07λ₂rmsより大であることを特徴とする請求項189に記載の光ビックアップ装置。

【請求項193】 前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長λ₂の光の結像面上での波面収差が0.10λ₂rms以上であることを特徴とする請求項192に記載の光ビックアップ装置。

【請求項194】 前記別波長の光に対する所定開口数をNA₁とし、前記波長λ₂の光に対する所定開口数をNA₂としたとき、NA₁>NA₂>0.5×NA₁を満足することを特徴とする請求項192または193に記載の光ビックアップ装置。

26

【請求項195】 前記対レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項196】 前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項197】 前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項198】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長に対して長い方の波長をλ₃とし、前記波長λ₃の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数をNAとしたとき、前記波長λ₃と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3 / (2NA^2)$ 以上且つ $+\lambda_3 / (2NA^2)$ 以下であることを特徴とする請求項189乃至197の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項199】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項200】 前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されており、前記対物レンズの像側の最大開口数内に対応する前記輪帯のピッチP_fと、前記最大開口数内の1/2の開口数に対応する前記輪帯のピッチP_hとの間に次の関係が成立することを特徴とする請求項199に記載の光ビックアップ装置。

$0.4 \leq | (P_h / P_f) - 2 | \leq 2.5$

【請求項201】 前記少なくとも2つの光源が、3つの光源であることを特徴とする請求項189乃至200の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項202】 前記3つの光源から出力される異なる3つの波長の光をそれぞれλ₁、λ₂、λ₃（λ₁<λ₂<λ₃）とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれNA₁、NA₂、NA₃とすると、 $0.60 \leq NA_1$ 、 $0.60 \leq NA_2$ 、 $0.40 \leq NA_3 \leq 0.50$ を満足することを特徴とする請求項201に記載の光ビックアップ装置。

80

(15)

27

【請求項203】 前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮蔽することが可能なフイルターが設けられていることを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項204】 前記異なる2つの波長の光のそれぞれに対して前記所定開口数となるような開口制限手段を有することを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項205】 前記異なる2つの波長の光の一方に對して前記所定開口数となるような開口制限がないことを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項206】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記対物レンズは、前記互いに異なる波長の光を前記情報記録媒体上にそれぞれ集光する際に共通に使用されることを特徴とする請求項182または183に記載の光ビックアップ装置。

【請求項207】 前記少なくとも2つの光源と前記対物レンズとが一体化されたユニットが、前記情報記録媒体の主面に対して少なくとも平行に駆動されることを特徴とする請求項206に記載の光ビックアップ装置。

【請求項208】 前記ユニットが前記情報記録媒体の主面に対して垂直に駆動されることを特徴とする請求項207に記載の光ビックアップ装置。

【請求項209】 請求項181乃至208の何れか1項に記載の光ビックアップ装置を搭載しており、音声および画像の少なくともいずれか一方を記録または再生することが可能であることを特徴とする記録再生装置。

【請求項210】 情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられ、屈折パワーを有するとともに少なくとも一方の光学面に回折面を有するレンズにおいて、前記回折面で付加される回折パワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とするレンズ。

【請求項211】 前記回折面はブレース化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置することを特徴とする請求項210に記載のレンズ。

【請求項212】 前記回折面はブレース化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置することを特徴とする請求項210に記載のレンズ。

【請求項213】 情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前

28

記情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学素子。

【請求項214】 情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズであって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とするレンズ。

【請求項215】 情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項216】 情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズにおいて、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とするレンズ。

【請求項217】 波長の異なる2つの光源を有し、同一の光学系によって記録再生を行う記録再生用光学系において、該光学系は屈折面上に回折輪帯レンズを設けた光学面を含み、波長の相違によって屈折面において生じる収差と回折輪帯レンズによって生じる収差とを相殺させ、該相殺に用いられる回折光は、2つの光源波長に対して同次数の回折光であることを特徴とする光ダイスク用回折光学系。

【請求項218】 上記相殺する収差は球面収差および／または色収差であることを特徴とする請求項217に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項219】 上記同次数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする請求項217または218に記載の光ダイスク用回折光学系。

29

明基板厚みが異なる光ダイスクに対応するものであることを特徴とする請求項217、218または219に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項221】 波長の異なる2波長の光源中、短い波長の光源波長は700nm以下であることを特徴とする請求項217、218、219または220に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項222】 波長の異なる2波長の光源中、長い波長の光源波長は600nm以上であることを特徴とする請求項217、218、219、220または221に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項223】 回折輪帯レンズは、輪帯の位置を表す位相関数が、帯級数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする請求項217～222の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項224】 光学屈折面が非球面であることを特徴とする請求項217～223の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項225】 波長の異なる2波長の光源に対して、そのほぼ中間の波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする請求項217～224の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項226】 波長の異なる2波長の光源に対して、その一方の光源波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする請求項217～225の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項227】 光学面上の回折輪帯レンズは球面収差をアンダーに補正し、該光学面の非球面は球面収差をオーバーに補正することを特徴とする請求項217～226の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項228】 波長の異なる2波長の光源において、その波長差が80nm以上である請求項217～227の何れか1項に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項229】 光ダイスクの対物レンズ光学系において、光学面上に回折輪帯レンズを設けることにより、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同次数の回折光の軸上色収差を補正したことを特徴とする光ダイスク用回折光学系。

【請求項230】 上記異なる2波長の光源の波長差が80nm以上であり、以下の条件を満たす単玉対物レンズを有することを特徴とする請求項93に記載の光ダイスク用回折光学系。

vd > 50

ただし vd：対物レンズの材料のブッベ数

【請求項231】 異なる2波長に対するレンズ性能のうち、何れか一方は実使用上の開口まで無収差とし、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする光ダイスク用回折光学系。

【請求項232】 上記異なる2波長に対するレンズ性能のうち、全開口で無収差である方の波長に対する開口

(16)

30

数をNA1とし、もう一方の波長の実使用上の開口数をNA2としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項230に記載の光ダイスク用回折光学系。

NA1>NA2>0.5×NA1

【請求項233】 上記異なる2波長に対する光ダイスク厚が異なることを特徴とする請求項231または232に記載の光ダイスク用回折光学系。

【請求項234】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報記録および／または情報記録面上の情報再生を行う記録再生用光学系において、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項235】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および／または情報記録面上の情報再生を行う記録再生用光学系において、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であり、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束のうち、実使用上の開口までの光束はその最良像点において回折限界性能であり、その外側の部分はフレアとなるように上記輪帯状の回折面を設けたことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項236】 請求項235において、少なくとも波長の異なる3つの光源を有することを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項237】 請求項236において、少なくとも2つ以上の輪帯状の回折面を設けた光字面を含むことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項238】 請求項235、236または237において、上記対物レンズに入射する光束のうち、実使用上の開口から外側の光束の一部を遮蔽する輪帯状のフイルターを含むことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項239】 請求項235、236、237または238において、光源と上記対物レンズを含むユニットが、少なくとも光情報記録媒体に平行に駆動されることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項241】 請求項224～240のいずれか1

(17)

31

項に記載の光ビックアップ装置を搭載したことを特徴とする音声および/または画像の記録、および/または、音声および/または画像の再生装置。

【請求項242】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および/または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系用に用いられる対物レンズであって、

上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であることを特徴とする対物レンズ。

【請求項243】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および/または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系用に用いられる対物レンズであって、

上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光学面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であり、
少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束のうち、実使用上の開口までの光束はその最良像点において回折限界性能であり、その外側の部分はフレアとなるように上記輪帯状の回折面を設けたことを特徴とする対物レンズ。

【請求項244】 光源から出射した光束を、対物レンズを含む集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、
前記対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項245】 光源から出射した光束を、対物レンズを含む集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、
前記対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体

32

に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その開口の外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項246】 前記回折面は、前記対物レンズの両面に形成したことを特徴とする請求項244または245に記載の光ビックアップ装置。

【請求項247】 前記同一次数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする請求項244、245または246に記載の光ビックアップ装置。

【請求項248】 前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、帯級数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする請求項244、245、246または247に記載の光ビックアップ装置。

【請求項249】 前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、帯級数の2乗の項の係数を含むことを特徴とする請求項244、245、246または247に記載の光ビックアップ装置。

【請求項250】 前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、帯級数の2乗の項の係数を含まないことを特徴とする請求項244、245、246または247に記載の光ビックアップ装置。

【請求項251】 前記第1光源、第2光源、第3光源各々に対し、その両端若しくは中間域の波長において、回折光の回折効率が最大であることを特徴とする請求項244～250のいずれか1項に記載に記録の光ビックアップ装置。

【請求項252】 前記対物レンズの少なくとも一つが非球面であり、回折面で球面収差をアンダーに補正し、非球面で球面収差をオーバーに補正したことを特徴とする請求項244～251のいずれか1項に記載に記録の光ビックアップ装置。

【請求項253】 前記第1光源、第2光源、第3光源を有する請求項244～252のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置を搭載したことを特徴とする音声および/または画像の記録、および/または、音声および/または画像の再生装置。

【請求項254】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、
前記対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体

33

に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする対物レンズ。

【請求項255】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、
対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正し、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする対物レンズ。

【請求項256】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、
集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項257】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される光ビックアップ装置において、
集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その外側の部分については収差をフレアとした回折面を設けたことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項258】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、
前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、

【請求項259】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、
前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、

(18)

34

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくともも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光 (但し、 $n=m$) を少なくともも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 \neq t_1$) の第2光情報記録媒体を記録および/または再生する光ビックアップ装置。

【請求項259】 前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 < t_2$ の間係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項258に記載の光ビックアップ装置。

【請求項260】 前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の間係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項258に記載の光ビックアップ装置。

【請求項261】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、側の必要開口数をNA2、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2 (ただし、 $NA_2 < NA_1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、
前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL1の光束に変換され、
 $NAH_1 < NAL_1$

0 \leq NAL1 \leq NA2
の条件を満足することを特徴とする請求項258に記載の光ビックアップ装置。

【請求項262】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、
透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記

(21)

39

とする請求項265、269または273に記載された光ビックアップ装置。

【請求項280】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は、第2の回折パターンでは主に+1次回折光となり、前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項266、270または274に記載の光ビックアップ装置。

【請求項281】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの-1次回折光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2回折パターンでは回折されないように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項267、271または275に記載された光ビックアップ装置。

【請求項282】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンでは主に-1次回折光となり、前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項268、272または276に記載の光ビックアップ装置。

【請求項283】 前記回折パターンの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの透過光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2の回折パターンでは主に-1次回折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項265、269または273に記載された光ビックアップ装置。

【請求項284】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、前記第2光源からの光束は第2回折パターンで-1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項266、270または274に記載の光ビックアップ装置。

【請求項285】 前記回折パターンの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの透過光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2の回折パターンでは主に+1次回折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項258、262または275に記載された光ビックアップ装置。

【請求項286】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、

40

前記第2光源からの光束は第2回折パターンで+1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項268、272または276に記載の光ビックアップ装置。

【請求項287】 前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段とを含み、

前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第1光源からの光束は透過し、第2光源からの光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする請求項265、267、269、271、273または275に記載された光ビックアップ装置。

【請求項288】 前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段とを含み、

前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第2光源からの光束は透過し、第1光源からの光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする請求項287に記載の光ビックアップ装置。

【請求項290】 第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする請求項288に記載の光ビックアップ装置。

【請求項291】 前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を通過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする請求項287に記載の光ビックアップ装置。

【請求項292】 前記開口制限手段は、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を通過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする請求項288に記載の光ビックアップ装置。

【請求項293】 光検出器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする請求項258～292の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項294】 光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを各別に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項258～292の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

41

【請求項295】 少なくとも、第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする請求項294に記載の光ビックアップ装置。

【請求項296】 前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）とは、ユニット化されていることを特徴とする請求項293に記載の光ビックアップ装置。

【請求項297】 光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別であり、第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする請求項294に記載の光ビックアップ装置。

【請求項298】 さらに光ディスクからの透過光を検出する光検出器を設けたことを特徴とする請求項258～297の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項299】 波長 $\lambda 1$ の第1の光源と、波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 1 \neq \lambda 2$ ）の第2の光源と、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る合波手段と、少なくとも一つ一つの面に回折パターンを有する回折光学素子と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さ t 1の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光（ただし、 $n=m$ ）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t 2（ただし、 $t 2 \neq t 1$ ）の第2光情報記録媒体を記録および/または再生することを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項300】 前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項299に記載の光ビックアップ装置。

【請求項301】 前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項299記載の光ビックアップ装置。

【請求項302】 前記回折光学素子と対物レンズは一体に駆動されることを特徴とする請求項299、300

(22)

42

または301に記載された光ビックアップ装置。

【請求項303】 第1の回折パターンの光軸方向の深さは、 $2 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項258～302の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項304】 少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

波長 $\lambda 1$ の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が第1の集光位置に集光され、

波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 \neq \lambda 1$ ）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのn次回折光（ただし、 $n=m$ ）が前記第1の集光位置と異なる第2の集光位置に集光されることを特徴とする光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項305】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ $t 2$ の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係であるとき、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項304に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項306】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ $t 2$ の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係であるとき、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項304に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項307】 少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

波長 $\lambda 1$ の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体を記録および/または再生することに利用される集光位置を有することを特徴とする光ビックアップ装置用対物レンズ。

波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 \neq \lambda 1$ ）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのn次回折光（ただし、 $n=m$ ）が透明基板の厚さ $t 2$ （ただし、 $t 2 \neq t 1$ ）の第2光情報記録媒体を記録および/または再生することに利用される集光位置を有することを特徴とする光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項308】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係であるとき、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項307に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項309】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ で

(23)

43

あり、前記透明基板の厚さが t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の関係であるとき、前記m次およびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項307に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項310】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、

透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 > t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 （ただし、 $NA_2 < NA_1$ ）としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAH_1 の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAL_1 の光束に変換され、 $NAH_1 < NAL_1$

$0 \leq NAL_1 \leq NA_2$
の条件を満足することを特徴とする請求項308に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項311】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、
透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 > t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 （ただし、 $NA_2 > NA_1$ ）としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAH_1 の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAL_1 の光束に変換され、 $NAH_1 < NAL_1$

$0 \leq NAL_1 \leq NA_1$
の条件を満足することを特徴とする請求項299に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項312】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、

44

透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 < t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 （ただし、 $NA_2 < NA_1$ ）としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAH_1 の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAL_1 の光束に変換され、 $NAH_1 < NAL_1$

$0 \leq NAL_1 \leq NA_2$
の条件を満足することを特徴とする請求項309に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項313】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、

透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 < t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 （ただし、 $NA_2 > NA_1$ ）としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAH_1 の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAL_1 の光束に変換され、 $NAH_1 < NAL_1$

$0 \leq NAL_1 \leq NA_1$
の条件を満足することを特徴とする請求項309に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項314】 光学面が回折パターン部と屈折部とを含み、回折部と屈折部の境界が 5μ m以上の段差を含むことを特徴とする請求項304～313の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項315】 最も光軸側の回折パターンの平均深さが 2μ m以下であることを特徴とする請求項304～313の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項316】 最も光軸側の回折パターンの平均深さが 2μ m以下であり、最も光軸とは離れた側の回折部の回折パターンの平均深さは 2μ m以上であることを特徴とする請求項315に記載の光ビックアップ

(24)

45

装置用対物レンズ。

【請求項317】 光学面の回折パターンは、光軸部分を含むことを特徴とする請求項304～316の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項318】 光学面の光軸部分は回折パターンを設けず、屈折面であることを特徴とする請求項304～316の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項319】 光源波長 650 nm で 0.6 mm の厚さの透明基板を介して情報記録面に所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.6 まで回折限界性能を有し、光源波長 780 nm で 1.2 mm の透明基板を介して、所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.45 まで回折限界性能を有することを特徴とする請求項304、305、307、308または310に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項320】 回折パターンのステッチ数は、15以下であることを特徴とする請求項319に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。
【請求項321】 回折パターンを設ける光学面は、凸面であることを特徴とする請求項304～320の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項322】 上記回折パターンを設けた光学面の屈折部が非球面であることを特徴とする請求項321に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。
【請求項323】 上記回折パターンは、少なくとも1つの非球面屈折部を含むことを特徴とする請求項322に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項324】 前記対物レンズが単レンズからなることを特徴とする請求項304～323の何れか1項に記載された光ビックアップ装置用対物レンズ。
【請求項325】 前記単レンズの一方の光学面のみに前記回折パターンが設けられていることを特徴とする請求項324に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項326】 前記単レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられ、他方の光学面は非球面であることを特徴とする請求項324に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。
【請求項327】 波長 λ_1 の第1の光源と、

波長 λ_2 （ $\lambda_1 \neq \lambda_2$ ）の第2の光源と、
少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、
前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、
前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、

46

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次光（但し、 $n=m$ ）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 （ $t_2 \neq t_1$ ）の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、

前記対物レンズはガラスチツク材料からなり、
前記ガラスチツク材料は温度変化 ΔT （℃）があつたときの屈折率の変化量を Δn としたときに、
 $-0.0002 / ^\circ\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.00005 / ^\circ\text{C}$

の関係を満たし、
前記第1の光源は、温度変化 ΔT （℃）があつたときの発振波長の変化量を $\Delta \lambda_1$ （nm）としたときに、
 $0.05 \text{ nm} / ^\circ\text{C} < \Delta \lambda_1 / \Delta T < 0.5 \text{ nm} / ^\circ\text{C}$
の関係を満たすことを特徴とする光ビックアップ装置。
【請求項328】 波長 λ_1 の第1の光源と、
波長 λ_2 （ $\lambda_1 \neq \lambda_2$ ）の第2の光源と、

少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、
前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、
前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、
前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次光（但し、 $n=m$ ）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 （ $t_2 \neq t_1$ ）の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、

前記波長 λ_1 、 λ_2 及び前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 は、
 $\lambda_2 > \lambda_1$
 $t_2 > t_1$
の関係にあり、

前記第1の光情報記録媒体を前記第1の光源で記録及び／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 とし、前記波長 λ_1 （nm）のときの前記対物レンズの焦点距離を f_1 （mm）とし、環境温度変化が ΔT （℃）あつたときに、第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光される光束の波面収差の3次球面収差成分の変化量を ΔWSA_3 （ $\lambda_1 r \text{ m s}$ ）としたときに、
 $0.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} < \Delta WSA_3 \cdot \lambda_1 / (f_1 \cdot (NA_1) \cdot 4 \cdot \Delta T) < 2.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
の関係を満たすことを特徴とする光ビックアップ装置。

(25)

47

【請求項3 2 9】 前記第1の光源と前記対物レンズの間および前記第2の光源と前記対物レンズの間に少なくとも一つのコーメータを含み、前記第1の光源から前記対物レンズに入射する光束および前記第2の光源から前記対物レンズに入射する光束が、それぞれ略平行光であることを特徴とする請求項3 2 7または3 2 8に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 3 0】 前記t 1が0. 55mmから0. 65mm、前記t 2が1. 1mmから1. 3mmであり、前記λ 1が630nmから670nmであり、前記λ 2が760nmから820nmであることを特徴とする請求項3 2 7、3 2 8または3 2 9に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 3 1】 波長λ 1の第1の光源と、波長λ 2 (λ 2≠λ 1)の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光される対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt 1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光 (但し、n=m) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt 2 (但し、t 2≠t 1)の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、

前記第1及び第2の光源の少なくとも一方の光源から前記対物レンズへ入射する光束の発散度を補正する補正手段を有することを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項3 3 2】 前記第1の光源と前記対物レンズの間および前記第2の光源と前記対物レンズの間に少なくとも一つのコーメータを含む請求項3 3 1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 3 3】 前記補正手段による発散度の補正は、前記第1及び/または第2の光源と前記少なくとも1つのコーメータとの距離を変えることにより行われることを特徴とする請求項3 3 2に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 3 4】 波長λ 1の第1の光源と、波長λ 2 (λ 1≠λ 2)の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、

48

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt 1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次光 (但し、n=m) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt 2 (t 2≠t 1)の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、

前記第1の光源及び第2の光源から出力される異なる2つの波長(λ)の光のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内で0. 07λrms以下であることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項3 3 5】 前記第1の光源と前記第2の光源とがユニット化され、前記光検出器は、前記第1の光源及び前記第2の光源に対し共通であることを特徴とする請求項2 5 8～2 9 2、3 3 4のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 3 6】 前記集光光学系は対物レンズを有し、

前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量をΔSA、軸上色収差の変化量をΔCAとすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項5または7に記載の光ビックアップ装置。

−1<ΔSA/ΔCA<−0. 2

【請求項3 3 7】 前記集光光学系は対物レンズを有し、

前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量をΔSA、軸上色収差の変化量をΔCAとすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項8 2または8 4に記載の光学素子。

−1<ΔSA/ΔCA<−0. 2

【請求項3 3 8】 前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量をΔSA、軸上色収差の変化量をΔCAとするとき、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項6、8または10に記載の光ビックアップ装置。

−1<ΔSA/ΔCA<−0. 2

【請求項3 3 9】 前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量をΔSA、軸上色収差の変化量をΔCAとする

49

とき、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項8 3、8 5または8 7に記載の光学素子。

−1<ΔSA/ΔCA<−0. 2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ビックアップ装置、この光ビックアップ装置を備えた記録再生装置、光学素子、情報の記録再生方法、光学系、レンズ、光ディスク用回折光学系、再生装置及び光ビックアップ装置用対物レンズ、光ビックアップ装置を備えた音声および/または画像の記録および/または再生装置、及び光ビックアップ装置に使用される対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色レーザの実用化に伴い、CD (コンパクトディスク) と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光情報記録媒体 (光ディスクともいう) であるDVDが製品化されている。DVD用記録再生装置では、650nmの半導体レーザを使用したときの対物レンズの光ディスク側の開口数NAを0. 6～0. 65としている。DVDはトラックピッチ0. 74μm、最短ピット長0. 4μmであり、CDのトラックピッチ1. 6μm、最短ピット長0. 83μmに対して半分以上に高密度化されている。また、DVDにおいては、光ディスクが光軸に対して傾いたときに生じるコマ収差を小さく抑えるために、透明基板厚は0. 6mmとCDの透明基板厚の半分になっている。

【0003】 また、上述したCD、DVDの他に、光源波長や透明基板厚が異なるなど種々の規格の光ディスク、例えばCD-R、RW (追記型コンパクトディスク)、VD (ビデオディスク)、MD (ミニディスク)、MO (光磁気ディスク) など商品化されて普及している。さらに半導体レーザの短波長化が進み、発振波長400nm程度の短波長青色レーザが実用化されようとしている。波長が短くなることとたとえばDVDと同じ開口数を用いても光情報記録媒体の更なる大容量化が可能となる。

【0004】 また、上述のような従来の光情報記録媒体であるCDと同程度の大きさで、記録再生が可能なCD-Rや、記録密度を高めたDVDなど、記録面の透明基板の厚みや記録再生用レーザ光の波長の異なる複数の光情報記録媒体の開発が進み、これらの光情報記録媒体に対して、同一の光ビックアップでの記録再生を可能とすることが求められている。このため、使用波長に応じた複数のレーザ光源を備えながら、同一の対物レンズで記録面へ必要な開口数でレーザ光を収束する光ビックアップが、各種提案されている (例えば特開平8-55363号公報、同平10-92010号公報など)。

【0005】 これらのうち、特開平9-54973号公報には、635nmを透過光 (0次回折光)、785nmは-1次回折光を利用したホログラム光学素子を用い

(26)

50

た光学系および635nmを+1次回折光、785nmは透過光 (0次回折光) を利用したホログラム光学素子を用いた光学系が開示されている。また、特開平10-283668号公報には、650nmではホログラム型リングレンズを100%透過し、780nmでは、ホログラム型リングレンズで1次回折される光学系が開示されている。

【0006】 しかしながら、これらのホログラム素子ならびにホログラム型リングレンズにおいて、一方の波長で0次光の回折効率をほぼ100%とした場合に、どうしても、他方の波長での、+1次回折光もしくは-1次回折光の回折効率には限界があり、所望の高い回折効率は得られず、光量のロスが生じ、光量の利用率が悪くなってしまいうという問題があった。光量のロスが生じる場合、特に情報の記録時においては、より高パワーのレーザが必要になってしまう。

【0007】 また、ホログラム素子ならびにホログラム型リングレンズにおいて、一方の波長で0次光の回折効率をほぼ100%とし、他方の波長で、できるだけ0次光を透過せず、+1次回折光もしくは-1次回折光の回折効率を大きくする場合、ホログラムの深さが3. 8～5. 18μmと深くなってしまっていた。このため、特に対物レンズに、ホログラム光学素子もしくはホログラム型リングレンズの機能を一体化させた場合、金型の加工、成形が非常に困難であるという問題も有していた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者等は先に、同心円状に分割された複数の輪帯からなり、各輪帯は、波長の異なる複数の光源、及び/または、記録面の厚みの異なる透明基板に対してほぼ回折限界に収差補正され、構成が簡素化された光ビックアップを構成できる対物レンズを提案した (特願平9-286954号)。この対物レンズは、使用波長及び/または透明基板の厚みに応じて自動的に必要な開口を得られるという機能を有している。しかし、レーザ光源と光検出器が一体となったレーザ/検出器集積ユニットを使用した場合、光検出器に入射するフレア光により、正確な検出が出来ない 合が生じるという問題があった。これは特に、ホログラムを利用して光束を偏向し光検出器に導く方式のレーザ/検出器集積ユニットにおいて顕著である。また、DVD系の記録可能なディスク (DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+RW等) や、CD系の記録可能なディスク (CD-R、CD-RW等) に高速記録する場合、専用レンズを使った光学系と比べて、一部の光がフレアとなるため光量の利用率が悪く、レーザ光源のパワーを大きくする必要がある。

【0009】 本発明の目的は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光をそれぞれ用いる、異なる種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生を、1つの光ビックア

51

ツア装置で可能とする。光ビックラツア装置、記録再生装置、光学素子、記録再生方法を提供することである。

【0010】さらには、互いに異なる少なくとも2つの波長の光を用い、異なる種類の光情報記録媒体に適用する場合であっても、大きな球面収差や色収差を発生させることなくそれぞれの異なる光情報記録媒体に対して、情報の記録および／または再生を、1つのビックラツア装置で可能とすることを目的とする。しかも、簡単な構成である光ビックラツア装置を提供することも目的とする。特に、厚さの異なる透明基板を有する異なる種類の光情報記録媒体を用いる場合には、球面収差の問題がさらに深刻になるが、そのような場合であっても、大きな球面収差や色収差を発生させることなくそれぞれの異なる光情報記録媒体に対して、情報を記録および／または再生を、1つの光ビックラツア装置で行えるようにすることも目的とする。

【0011】さらに、複数のレーザーや複数の検出器の集積ユニットを用いたビックラツア装置においても、検出に悪影響を与えてしまうようなフレア光が光検出器上に照射されることなく、光検出器による光の検出が良好に行え、検出におけるS字特性も良好とすることを目的とする。さらに、光量のロスが少なく、光量の利用効率に優れた光ビックラツア装置、記録再生装置、光学素子、記録再生方法を提供することも本発明の目的である。

【0012】使用波長および透明基板厚さが異なるDVDおよびCDの両方に対して、大きな球面収差や色収差を発生させることなく一つの対物レンズを使用して情報を記録および／または再生するための互換性のある光学系が種々提案されている。しかしながら、実用化されているものは、光源からの発散光束をカップリングレンズでその発散度を弱めるかもしくは平行光束とするかあるいは弱い収束光束とし、対物レンズと光情報記録媒体の透明基板とを介して情報記録面に光束を収束させる構成になっており、カップリングレンズと対物レンズの2つのレンズを必要としている。そのため、光ビックラツア装置を小型薄型化するのが困難で、しかもコストが高くなるという問題がある。

【0013】一方、前述の様にCDやDVD以外の様々な光ディスクが普及してきており、これらの光ディスクに対しても互換性があつて、しかも構成が簡単な光学系およびこれを備えた光ビックラツア装置が必要とされている。かかる光学系、レンズ、光ディスク用回折光学系、再生装置及び光ビックラツア装置用対物レンズを提供することも本発明の目的である。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の光ビックラツア装置は、光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための光ビックラツア装置において、第1の波長

(27)

52

を有する第1の光束を射出する第1の光源と、前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、光軸と回折部と光検出器とを有する集光光学系とを具備し、前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生されることを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0015】また、請求項77の光学素子は、光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための光ビックラツア装置において使用される光学素子であつて、光軸と、回折部とを具備し、第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生され、前記第1の光束との波長差が80nm〜400nmである第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生されることを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0016】また、請求項136の情報の記録再生方法は、光ビックラツア装置により、少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して情報の再生または記録をする記録再生方法であつて、前記光ビックラツア装置は、第1の光源と、第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系とを備え、前記第1の光源から第1の光束をまたは前記第2の光源から前記第1の光束の波長と異なる第2の光束を射出するステツアと、前記第1の光束または前記第2の光束を前記回折部を通過させて前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光または前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光を発生させるステツア（ここで、前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光の内n次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きいとしたときに、前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光の内n次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい）と、前記集光光学系により、前記第1の光束の前記n次回折光を第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面にまたは前記第2の光束の前記n次回折光を第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に、前記光ビックラツア装置が前記第1の光情報記録媒体または前記第2の光情報記録媒体に情報を記録しまたはそこから情報を再生するために、集光するステツアと、前記光検出器により、前記集光された前記n次回折光の前記第1の情報記録面からの第1の反射光または前記集光された前記

53

n次回折光の前記第2の情報記録面からの第2の反射光を検出するステツアと、を含むことを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0017】また、本発明による光情報記録媒体に対して情報の再生または記録が可能である光ビックラツア装置は、第1の波長を有する第1の光束を射出する第1の光源と、前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系と、光検出器とを有する。

【0018】また、前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が発生される。ここで、nは0以外の整数である。

【0019】また、本発明の光学素子とは、上記のような態様を可能とする回折部を有する光学素子である。また、本発明の光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための装置は、上記の光ビックラツア装置を有するものである。

【0020】なお、n次回折光量が他のいずれの次数の回折光量よりも大きいとは、所定の波長の光に対して、n次の回折光の回折効率や、n次以外の他の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも高いということである。また、n次のnは符号まで含むものであり、本発明の回折部を通過した第1の光束において、+1次の回折光を、他の次数の回折光に比して多く発生させた場合は、回折部を通過した第2の光束においても、+1次の回折光を、他の次数の回折光に比して多く発生させる事を意図し、回折部を通過した第2の光束において、-1次の回折光を、他の次数の回折光に比して多く発生させる事まで含むものではない。

【0021】また、本発明の光ビックラツア装置は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光を用いる、異なる種類の光情報記録媒体の記録及び／または再生を、1つのビックラツア装置で可能とするものである。すなわち、本発明の光ビックラツア装置は、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体という異なる光情報記録媒体の記録／再生に用いられるものである。本発明の光ビックラツア装置の第1の光源の第1の光束は、第1の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第1の光情報記録媒体に情報を記録するために使用され、第2の光源の第2の光束は、第2の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第2の光情報記録媒体に情報を記録するために使用する。また、通常、光情報記録媒体は、情報記録面上に、透明基板を有するものである。

【0022】また、本発明の態様を、別の言い方で表す

(28)

54

と、集光光学系は、回折部に達した第1の光束により回折部で発生した第1の光束のn次回折光を第1の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは第1の光情報記録媒体に情報を記録するために、第1の透明基板を介して第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面に集光することができ、集光光学系は、回折部に達した第2の光束により回折部で発生した第2の光束のn次回折光を第2の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは第2の情報記録媒体に情報を記録するためには、第2の透明基板を介して第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に集光することができ、光検出器は、第1の情報記録面または第2の情報記録面から反射した光束を受光することができるということになる。

【0023】より好ましい態様を以下に示す。集光光学系は、回折部を通過した第1の光束におけるn次回折光を第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面に、対物レンズの像側の、第1の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、即ち、実使用上開口内の光束が最良像点において回折限界性能もしくはそれ以下となる状態で集光することができ、そして集光光学系は、回折部を通過した第2の光束におけるn次回折光を第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に、対物レンズの像側の、第2の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、即ち、実使用上開口内の光束が最良像点において回折限界性能もしくはそれ以下となる状態で集光することができる。

【0024】さらに、第1の光源もしくは第2の光源において、温度変化や電流変化に基づく±10nm以下程度の波長シフトが起きる場合であっても、それぞれの情報記録面上において、対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、n次回折光が集光されることが好ましい。特に、第1の光束もしくは、第2の光束が600nm以下の波長（例えば、350nm〜480nm等）の光束であり、±10nm以下程度の波長シフトが発生する場合であっても、対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、n次回折光が集光されることが好ましい。

【0025】なお、n次回折光が、1次回折光もしくは-1次回折光であると、±1次より高次の回折光を用いる場合と比較して光量の損失が少なくなり好ましい。

【0026】また、回折面における第1の光束のn次回折光の回折効率をA'%とし、他のある次数の回折光の回折効率をB'%としたとき、A' - B' ≥ 1.0であることが好ましい。さらにA - B ≥ 3.0、A' - B' ≥ 3.0であることがより好ましく、A - B ≥ 5.0、A' - B' ≥ 7

(29)

55

0、A'－B'≧70であることがさらに好ましい。
【0027】また、第1の光束も第2の光束も、光情報記録媒体の情報記録に用いる場合は、回折部におけるn次回折光の回折効率、第1の光束の波長と第2の光束の波長との間の波長において最大となるようにすることが好ましい。

【0028】また、第1の光束が第2の光束のいずれかのみを、光情報記録媒体の情報記録に用い、他方の光束は再生のみに用いる場合は、回折部におけるn次回折光の回折効率、第1の光束の波長と第2の光束の波長との間の波長において最小となるようにすることが好ましい。より好ましくは、回折部におけるn次回折光の回折率が、第1の光束の波長、第2の光束の波長、光情報の記録に用いる方において、最大となるようにすることである。

【0029】また、回折部が設けられる光学素子としては、特に限定されないが、集光光学系に設けられる、屈折面を持つレンズや、平板状素子などが挙げられる。

【0030】回折部を設ける光学素子として、屈折面を持つレンズを用いる場合、光学素子の具体例としては、対物レンズやコーリメーターレンズやカププリングレンズなどが挙げられる。これらのレンズの屈折面上等に回折部を設けることができる。また、回折部を設けることのみを目的とした平板状やレンズ状の光学素子を、集光光学系に加えてもよい。

【0031】なお、対物レンズの屈折面上に回折部を設ける場合、対物レンズの外径（フランジを有する場合はフランジも含む外径）が、絞り径よりも、0.4mm～2mm大きいことが好ましい。

【0032】回折部は、光学素子の光源側の光学面に設けてもよいし、像側（光情報記録媒体側）に設けてもよいし、両面に設けるようにしてもよい。また、回折部は凸面に設けてもよいし、凹面に設けてもよい。

【0033】対物レンズに回折部を設けると、部品点数の削減につながるが、しかも光ピックアップ装置の製造時の組立誤差も減少できるため、より好ましい。その場合、対物レンズは、1枚玉であることが好ましいが、2枚玉であってもよい。プラスチックレンズが好ましいが、ガラスレンズであってもよい。また、ガラスレンズ表面に回折部が形成された樹脂層を設けてもよい。また、回折部が設けられている対物レンズは、外周に、光軸に対し垂直方向に延びた面を持つフランジ部を有することが好ましい。これにより、ピックアップ装置への精度の高い取り付けが容易に行え、しかも環境温度が変化しても安定した性能を得られる。また、対物レンズの屈折面が非球面であって、その非球面に回折部が設けられていることが好ましい。もちろん、回折部は対物レンズの片面に設けてもよいし、両面に設けてもよい。

【0034】また、回折部が設けられている光学素子は、アッペ数vdが50以上、100以下の材料ででき

56

ていることが好ましい。また、プラスチックであって、ガラスであってもよい。なお、プラスチックレンズである場合、その材料の屈折率が1.4～1.75であることが好ましく、1.48～1.6であることがさらに好ましく、1.5～1.56であることがさらに好ましい。

【0035】また、回折部が、レンズ（好ましくはプラスチックレンズ）に設けられている場合、温度変化に対して安定した光ピックアップ装置及び光学素子を得るために、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$-0.0002/^{\circ}\text{C}<\Delta n/\Delta T<0.00005/^{\circ}\text{C}$$

ΔT :温度変化

Δn :前記レンズの屈折率の変化量

【0036】さらに以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$0.05\text{mm}/^{\circ}\text{C}<\Delta \lambda 1/\Delta T<0.5\text{mm}/^{\circ}\text{C}$$

$\Delta \lambda 1(\text{nm})$:温度変化 ΔT があったときの、第1の光源の波長の変化量

【0037】回折部は、振幅型の回折部であってもよいが、光利用効率の観点から、位相型の回折部であることが好ましい。また、回折部の回折パターンは、光軸に対して回転対称であることが好ましい。また、回折部は、光軸の方向から見て、複数の輪帯を有し、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円上に形成されていることが好ましい。円が好ましいが、楕円であってもよい。特に段差を有するブレード型の輪帯回折面が好ましい。また、階段状に形成された輪帯回折面であってもよい。また、光軸から離れるに従って、レンズ厚が厚くなる方向へ離散的にシフトする輪帯として階段状に形成された輪帯回折面であってもよい。なお、回折部は輪帯状であることが好ましいが、1次回折格子であってもよい。

【0038】回折部が同心円の輪帯状である場合、回折輪帯のピッチは、位相差関数もしくは光路差関数を使って定義される。この場合、複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に、0以外の係数を有することが好ましい。この構成により、異なる波長の光に起因する色収差の球面収差を補正することが可能となる。

【0039】また、回折部の複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項に、0以外の係数を有すると、近軸色収差を補正でき好ましい。しかし、回折輪帯のピッチを過小としないことを重視する場合、回折部の複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項を含まないようにしてもよい。

【0040】なお、回折部の回折輪帯のステップ数が、2以上、45以下であることが好ましい。より好ましくは、40以下である。さらに好ましくは、15以下である。なお、ステップ数を数えるには、輪帯の段差の数を数えればよい。

57

【0041】また、回折部の回折輪帯の段差の光軸方向の深さが、2μm以下であることが好ましい。この構成にすることにより、光学素子の製造がしやすくなり、しかもn次回折光を容易に1次または1次回折光にすることができ

【0042】また、光学素子の光源側の面に回折部を設ける場合、光軸から離れるにつれて、段差の深さが深くなる方が好ましい。

【0043】光線を偏向する回折面の作用について、本発明では光線を、より光軸の方に偏向させる場合を正の作用と呼び、光軸から離れる方向に偏向するとき負の作用と呼ぶ。

【0044】また、輪帯回折面のピッチは、光軸からの高さに反比例してピッチを設けてもよい。また、ピッチの設けられ方が、光軸からの高さに反比例していない、つまり、光路差関数が高次の項を有するピッチを設けてもよい。

【0045】特に、光路差関数の高次の項を有するピッチを設ける場合、つまり、光軸からの高さに反比例してピッチが設けられていない場合、光路差関数において、変曲点を有してもよいが、変曲点を有さないことが好ましい。

【0046】また、回折部で付加される回折作用は、回折部の全面において正であってもよいし、回折部の全面において負であってもよい。また、回折部で付加される回折作用の正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わるようにしてもよい。例えば、図47(c)に示されるような、光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に変化するタイプが挙げられる。異なる言い方をすると、回折部の複数の輪帯が、ブレード化されており、光軸に近い側の回折輪帯では、その段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯では、その段差部が光軸に近い側に位置する、とも言える。また、図47(d)に示されるような、光軸と垂直に光軸から離れる方向において正から負に変化するタイプなどでもよい。これについても異なる言い方をするなら、回折部の複数の輪帯が、ブレード化されており、光軸に近い側の前記回折輪帯では、その段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の前記回折輪帯では、その段差部が光軸から離れた側に位置するとも言える。

【0047】なお、回折輪帯のピッチとは、図134において、光軸と垂直方向の輪帯の段差と輪帯の段差の間の距離pをいい、段差の深さとは、光軸方向の段差の長さdをいう。

【0048】なお、ピッチが細かくなると、その部分の収束度合いや発散度合いは強くなり、ピッチが大きくなると、その部分の収束度合いや発散度合いは弱くなる。【0049】また、回折部を有する光学素子において、光束が通過する面の全面に回折部を設けてもよい。異な

(30)

58

る言い方では、対物レンズの像側の最大開口数以下の光束が全て、回折部を通過するようにしてもよい、ともいえる。また、単軸に光学素子の光学面の1面全面に回折部を設けてもよく、光学素子の光学面の1面の70%以上（好ましくは80%以上、さらに好ましくは90%以上）を回折部としてもよい。

【0050】また、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設け、他の部分を屈折面、もしくは透過面としてもよい。異なる言い方では、対物レンズの像側の最大開口数に対応する光束のうち、光軸と垂直方向の領域の一部の領域の光束が、回折部を通過し、他の一部の領域の光束が回折部を通過せず、屈折面や透過面を通過するようになる、とも言える。光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける場合、回折部を光軸を含む光軸近辺のみに設けてもよいし、光軸近辺に回折部を設けず、回折部を環状に設けてもよい。例えば、光学素子の光学面の1面の10%以上、90%未満を回折部としてもよい。または、10%以上、50%未満を回折部としてもよい。

【0051】なお、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける場合、 $NA1>NA2$ の場合は、 $NA1>NAH1$ 、 $NAH1\geq NA2$ 、 $NA2\geq NAL1>NAH1$ 、 $NAH1\geq NA2$ 、 $NA2\geq NAL1\geq 0$ であることが好ましい。また、 $NA2>NA1$ の場合は、 $NA2>NAH2$ 、 $NAH2\geq NA1$ 、 $NA1\geq NAL2\geq 0$ であることが好ましい。なお、 $NA1$ 、 $NA2$ は、それぞれ第1の光束及び第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数である。 $NAH1$ 、 $NAH2$ は、回折部の最も外側を通過した第1の光束及び第2の光束の対物レンズの像側の開口数である。 $NAL1$ 、 $NAL2$ は、回折部の最も内側を通過した第1の光束及び第2の光束の対物レンズの像側の開口数である。

【0052】また、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける場合、 $NA1>NA2$ のとき、第1の光束のうち、 $NA1$ 以下で回折部を通過した光束と、回折部以外の屈折面を通過した光の集光位置がほぼ等しいことが好ましい。 $NA2>NA1$ の場合は、第2の光束のうち、 $NA2$ 以下で回折部を通過した光束と、回折部以外の屈折面を通過した光の集光位置がほぼ等しいことが好ましい。

【0053】また、回折部が、第1の回折パターンと、第2の回折パターンを有し、第2の回折パターンが、第1の回折パターンよりも光軸から離れているという態様であってもよい。また、回折部と回折部のない屈折面とを同一面上に組み合わせてもよい。

【0054】また、2種の回折パターンを有する場合、回折部の第1の回折パターンを通過した第1の光束において、n次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第1の回折パターンを通過した第2の光束において

59

も、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第2の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の前記第2の回折パターンを通過した第2の光束において、透過光である0次光が、他の次数の回折光に比して多く発生するようにしてもよい。この場合の n 次としては、1次が好ましい。

【0055】また、別の態様としては、回折部の第1の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の前記第1の回折パターンを通過した第2の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第2の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第2の光束において、 n 次ではない負の次数の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生する。この場合の n 次としては、1次が好ましく、負の次数としては-1次が好ましい。

【0056】また、透明基板の厚さが異なる、複数の光情報記録媒体において使用する光ビックアップ装置もしくは光学素子の合、回折部の輪帯のピッチは以下の条件式を満たすことが特に好ましい。

$$0.4 \leq | (P_h / P_f) - 2 | \leq 2.5$$
$$| 0.057 | \text{より好ましくは、} 0.8 \leq | (P_h / P_f) - 2 | \leq 6 \text{であり、さらに好ましくは、} 1.2 \leq | (P_h / P_f) - 2 | \leq 6 \text{である。}$$

【0058】対物レンズの像側の最大開口数に対応する回折部の輪帯のピッチが P_f であり、最大開口数の1/2に対応する回折部の輪帯のピッチが P_h である。なお、最大開口数とは、その光ビックアップ装置において、情報の読取／記録が行われる幾つかの種類的光情報記録媒体の所定開口数のうち、最も最大のもを最大開口数と見なす。なお、所定開口数とは、その光ビックアップ装置において、所定の波長の光束によって、光情報記録媒体の情報の読取／記録を可能とする開口数をいうが、ある光情報記録媒体の規格で定められた開口数であってもよい。また、対物レンズの像側の最大開口数に対応する回折部の輪帯のピッチとは、最大開口数の際に、回折部において、通過する光束の最も外周部に位置する輪帯のピッチを意味する。また、最大開口数の1/2に対応する回折部の輪帯のピッチとは、最大開口数の1/2の開口数の際に、回折部において、通過する光束の最も外周部に位置する輪帯のピッチを意味する。

【0059】なお、2つの光源の光束のうち、一方の光束については、実使用上の開口までを無収差とし、その

(31)

60

外側の部分については収差をフレアにするような光ビックアップ装置としてもよい。

【0060】違う言い方をすると以下のように表すことができる。第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光され、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第1の光束は、第1の情報記録面上では、 $0.07\lambda \text{rms}$ より大きい状態となり、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光される。この場合 $NA1 < NA2$ であって、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、 $NA1$ と $NA2$ の間の光束はフレアにすることである。

【0061】もしくは、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光され、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第2の光束は、第2の情報記録面上では、 $0.07\lambda \text{rms}$ より大きい状態となり、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第1の光束も、所定開口数より外側を通過した第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、 $NA1 > NA2$ であって、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、 $NA2$ と $NA1$ の間の光束はフレアにすることである。

【0062】これらの態様は、回折部の設計によって、任意に設定できる。例えば、光学素子の全面に回折部を設けつつ、回折部の設計によって、所定開口数以上においてフレアを発生させるようにしてもよいし、光学素子の面の一部に回折部を設け、他は屈折面とし、屈折面や回折部によってフレアを発生させるようにしてもよい。

【0063】上記フレアを発生させる態様においては、第1の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第1の光束を遮蔽もしくは回折し、第2の光束は透過する開口制限手段も、第2の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第2の光束を遮蔽もしくは回折し、第1の光束は透過する開口制限手段も有さないことが好ましい。つまり、マイクロインパルタやホログラムインパルタを設けずに、通常の絞りのみを設けることが好ましい。回折部を上記機能を満たすように設計しさえすれば、通常の絞りだけ設ければよいため、機構が簡単になり好ましい。

【0064】しかし、ホログラムインパルタ等を用いて、フレアを発生させるようにしてもよい。な

61

お、ホログラムインパルタなどのインパルタを設ける場合、別体のインパルタを集光光学系に設けてもよいし、対物レンズ上にインパルタを設けてもよい。

【0065】また、所定開口数がより小さい方の光束を集光させた際の、最小スポットを作る位置に対して、アッダーにフレアを設けるようにしてもよいし、オーバーバーに設けるようにしてもよい。好ましくは、オーバーバーに設ける方がよい。

【0066】また、上述のようにフレアを発生させる場合、球面収差図において、連続的にフレアを発生させるようにしてもよいし、不連続にフレアを発生させるようにしてもよい。

【0067】また、別の態様として、フレアを発生させない光ビックアップ装置の態様が挙げられる。以下のようないものが挙げられる。

【0068】違う言い方をすると以下のように表すことができる。第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光され、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第1の光束は、第1の情報記録面上では、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは、遮蔽されて、第1の情報記録面上まで達することがなく、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第2の光束も、所定開口数より外側を通過した第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、 $NA1 < NA2$ であって、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、 $NA1$ と $NA2$ の間の光束も集光するか、もしくは遮蔽することである。

【0069】もしくは、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光され、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第2の光束は、第2の情報記録面上では、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは、遮蔽されて、第2の情報記録面上まで達することがなく、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、 $NA1 > NA2$ であって、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、 $NA2$ と $NA1$ の間の光束も集光するか、もしくは遮蔽することである。

【0070】これらの態様は、回折部の設計によって、任意に設定できる。

【0071】上記フレアを発生させず、 $NA1$ と $NA2$

(32)

62

の間、もしくは $NA2$ と $NA1$ の間の光束を遮蔽する態様においては、第1の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第1の光束を遮蔽もしくは回折し、第2の光束は透過する開口制限手段か、もしくは、第2の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第2の光束を遮蔽もしくは回折し、第1の光束は透過する開口制限手段を設けることが好ましい。または、それぞれの光束において所定開口数となるような開口制限手段を設けることが好ましい。

【0072】つまり、第1の光束もしくは第2の光束の一方の光束において、所定開口数以上において、開口制限手段であるマイクロインパルタやホログラムインパルタなどの輪帯インパルタによって、光束を遮蔽することが好ましい。なお、マイクロインパルタやホログラムインパルタなどのインパルタを設ける場合、別体のインパルタを集光光学系に設けてもよいし、対物レンズ上にインパルタを設けてもよい。

【0073】しかしながら、フレアを発生させない場合であっても、マイクロインパルタやホログラムインパルタを設けることなく、通常の絞りのみを設け、最大開口数内の全ての光束を情報記録面上に集光させるようにしてもよい。別の言い方をすれば、対物レンズの像側の最大開口数内において、第1の光束及び第2の光束共に、情報記録面上で、 $0.07\lambda \text{rms}$ 以下の状態で集光されるようにしてもよい。

【0074】また、 $NA1 = NA2$ の場合にも、上記のような態様で、フレアを発生させないことが好ましい。

【0075】なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体という異なる情報記録媒体とは、各々の記録／再生に使用される光の波長が異なる情報記録媒体であることを意味する。透明基板の厚さや、屈折率が同じであっても、異なっているようにもよい。また、所定開口数の値が同じであっても、異なっているようにもよい。もちろん、情報の記録密度が同じであっても、異なっているようにもよい。異なる情報記録媒体各々の記録／再生に使用される光の波長の差異によって発生する近軸色収差や球面収差が、本発明の回折部によって、補正される。なお、球面収差も近軸色収差も補正することが最も好ましく、球面収差のみを補正し、近軸色収差を補正しない態様が次に好ましいが、近軸色収差のみを補正し、球面収差を補正しない態様であってもよい。

【0076】さらに、異なる情報記録媒体において、透明基板の厚さが異なり、透明基板の厚さに基づいて、球面収差が発生する場合であっても、その球面収差が本発明の回折部によって、補正される。なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体において、透明基板の厚さが各々異なる場合は、発生する球面収差がより大きくなるため、本発明の効果がより顕著となり好ましい。

【0077】なお、第1の光束の波長と、第2の光束の

(33)

63

波長との差が80nm以上、400nm以下であることが好ましい。さらに好ましくは、100nm以上、200nm以下である。さらに好ましくは、120nm以上、200nm以下である。また、第1の光源と、第2の光源としては、例えば、760～820nm、630～670nm、350nm～480nm等の波長の光を照射する光源の中から2種類をいずれかを好ましく組み合わせることもできる。もちろん、3光源や4光源であってもよい。第3の光束を射出する第3光源や第4の光束を射出する第4光源を有する場合、回折部を通した第3の光束や第4の光束においても、n次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生することが好ましい。

【0078】また、第2の光束の波長の方が、第1の光束の波長よりも波長が長い場合、第2の光束と第1の光束とにおける軸上色収差が、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$-\lambda 2 / (2 \times (\text{NA} 2) ^ 2) \leq Z \leq \lambda 2 / \{ 2 \times (\text{NA} 2) ^ 2 \}$$

λ 2：第2の光束の波長

NA 2：第2の光束に対する、前記対物レンズの像側の所定開口数

【0079】また、透明基板の厚さが異なる光情報記録媒体を用い、t 2>t 1であって、λ 2>λ 1である場合に、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$0.2 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C} < \Delta \text{WSA} 3 \cdot \lambda 1 / \{ f \cdot (\text{NA} 1) ^ 4 \cdot \Delta T \} < 2.2 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$$

NA1：第1の光束を用いて、光情報記録媒体の再生もしくは記録する場合に、必要な像側の対物レンズの開口数λ 1：第1の光束の波長

f：第1の光束に対する対物レンズの焦点距離Δ T：環境温度変化

Δ WSA3(λ 1rms)：第1の光束を用いて、光情報記録媒体の再生もしくは記録する場合に、光情報記録面に集光された光束の波面収差の3次球面収差成分の変化量

【0080】また、第1の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。

【0081】または、第1の光束を用いる場合において、平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させてもよい。または、第1の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。

【0082】なお、第1の光束、第2の光束どちらかの

生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA 1であ

64

光束、もしくは両方の光束において、非平行光束を用いる場合、第1の光束を用いる場合の対物レンズに対する倍率m 1と、第2の光束を用いる場合の対物レンズに対する倍率m 2との差の絶対値が、0～1/15であることが好ましい。より好ましくは、0～1/18である。λ 2>λ 1、t 2>t 1の場合、m 1の方が大きいことが好ましい。特に、第2の光束をCDに用い、第1の光束をDVDに用いる場合に、上記範囲が好ましい。なお、第1の光源の波長がλ 1であり、第2の光源の波長がλ 2であり、第1の透明基板の厚さがt 1であり、第2の透明基板の厚さがt 2である。

【0083】または、第1の光束を用いる場合において、第2の光束を用いる場合においても、平行光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。この場合、回折部が、図47 (b) (c) の様な形態であってもよいが、図47 (a) (d) の形態の方が好ましい。

【0084】また、光ビックアップ装置に対物レンズに入射する光束の発散度を補正する発散度変更手段（以下、「発散度補正手段」ともいう。）を設け、第1の光束と第2の光束において、対物レンズに入射する光束の発散度を変化させるようにしてもよい。

【0085】なお、発散光を対物レンズに入射する場合は、対物レンズがガラスレンズであることが好ましい。

【0086】なお、第1の光情報記録媒体もしくは、第2の光情報記録媒体のどちらかのみに対して再生・記録を行え、他方に対しては再生のみを行う場合は、光ビックアップ装置において、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率と、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、異なることが好ましい。

この場合、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とは、同じであっても、異なってもよい。

【0087】また、λ 1<λ 2、t 1<t 2であって、第1の光情報記録媒体のみに対して再生・記録を行え、第2の光情報記録媒体に対しては再生のみを行う場合は、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率に比して小さいことが好ましい。さらに、上記を満たし、0.61<NA 1<0.66である場合、集光光学系において、第1の光源と、コリメータレンズの間に、倍率を変化させるカップリングレンズを設けることや、集光光学系において、第1の光束用コリメータレンズと第2の光束用コリメータレンズを別に設けることが好ましい。なお、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率が、共に0であることが好ましい。なお、第1の光源の波長がλ 1であり、第2の光源の波長がλ 2であり、第1の透明基板の厚さがt 1であり、第2の透明基板の厚さがt 2であり、第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA 1であ

(34)

65

る。【0088】また、λ 1<λ 2、t 1<t 2であって、第2の光情報記録媒体のみに対して再生・記録を行え、第1の光情報記録媒体に対しては再生のみを行う場合は、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率に比して大きいことが好ましい。なお、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とが、共に0であることが好ましい。

【0089】なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体の両方に対して、再生・記録を行える場合、もしくは、両方に対して、再生のみを行う場合は、光ビックアップ装置において、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率と、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、ほぼ等しいことが好ましい。この場合、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率は、同じであっても、異なってもよい。

【0090】また、光検出器は、第1の光束と第2の光束とに対して、共通としてもよい。もしくは、第2の光検出器を設け、光検出器を第1の光束用とし、第2の光検出器を第2の光束用としてもよい。

【0091】また、光検出器と、第1の光源もしくは第2の光源とがユニット化されていてもよい。または、光検出器と、第1の光源及び第2の光源とがユニット化されていてもよい。または、光検出器と、第2の光検出器と、第1の光源及び第2の光束とが全て一体にユニット化されていてもよい。さらには、第1の光源及び第2の光源のみがユニット化されていてもよい。

【0092】特に、第1の光源と第2の光源がユニット化されていて、同一面上にならべて設けられている場合は、NA 1>NA 2である場合は、第1の光源を対物レンズの光軸上に設けることが好ましく、NA 1<NA 2である場合は、第2の光源を対物レンズの光軸上に設けることが好ましい。なお、第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA 1であり、第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA 2である。【0093】なお、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の、ワーキングディスタンスをWD 1とし、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の、ワーキングディスタンスをWD 2とした際に、|WD 1-WD 2|≤0.29mmとなることが好ましい。この場合、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の倍率と、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の倍率が等しいことがより好ましい。また、その倍率が0であることがさらに好ましい。また、t 1<t 2、λ 1<λ 2の場合、WD 1≥WD 2であることが好ましい。これらのワーキングディスタンスに関する条件は、第1の光情報記

λ 1<λ 2

66

録媒体がDVD、第2の光情報記録媒体がCDである場合に、特に好ましい。なお、上記ワーキングディスタンスを満たす場合は、回折部が、図47 (a) (d) の様な形態であってもよいが、図47 (b) (c) の形態の方が好ましい。

【0094】また、集光光学系、または対物レンズ等の光学素子は、光情報記録媒体の情報記録面上に、光束を集光して、情報の記録・再生を行えるように、スポットを形成するものである。特に、NA 1>NA 2、λ 1<λ 2である場合であって、しかも、第2の光束について、NA 2よりも外側の光束を、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上においてフレアとする（結像面上での波面収差を0.07λ 2rmsより大とする）場合に、そのスポットが以下の条件を満たすことが好ましい。

$$0.66 \times \lambda 2 / \text{NA} 2 \leq w \leq 1.15 \times \lambda 2 / \text{NA} 2 \\ w > 0.83 \times \lambda 2 / \text{NA} 1$$

λ 1：第1の光束の波長

λ 2：第2の光束の波長

NA 1：第1の光束に対する所定開口数

NA 2：第2の光束に対する所定開口数

w：第2の光束の結像面での13.5%強度のビーム径【0095】なお、スポットが真円でない場合、ビーム径は、ビーム径が一番絞られている方向でのビーム径を上記ビーム径 (w) とすることが好ましい。

【0096】さらに、好ましくは以下の条件を満たすこととである。

$$0.74 \times \lambda 2 / \text{NA} 2 \leq w \leq 0.98 \times \lambda 2 / \text{NA} 2 \\ \text{【0097】また、スポットの形状は、中心に光強度の$$

強い記録・再生に用いられるスポットが存在し、その周りに連続して、検出に悪影響を及ぼさない程度に光強度が弱いフレアが存在している形状であってもよいし、中心に光強度の強い記録・再生に用いられるスポットが存在し、その周りにドーナツ状に、フレアが存在している形状であってもよい。

【0098】また、スポットのS字特性が良好であることが好ましい。具体的には、オーバーシュートが、0～20%であることが好ましい。

【0099】第1の光源の波長をλ 1とし、第2の光源の波長をλ 2とし、第1の透明基板の厚さをt 1とし、第2の透明基板の厚さをt 2とし、波長がλ 1の光による第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数をNA 1、波長がλ 2の光による第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数をNA 2とした場合、好ましい1例として、以下の条件式が挙げられる。この場合、n次回折光は1次回折光であることが好ましい。もちろん、好ましい態様は下記の条件式に限られるものではない。

67

$t1 < t2$
 $NA1 > NA2$ (好ましくは $NA1 > NA2 > 0.5 \times NA1$)

【0100】上記条件式を満たす場合、集光光学系の対物レンズが回折部を有し、第2光情報記録媒体の記録・再生を行うために、集光光学系が、回折部を通過した第2光束におけるn次回折光を、第2光情報記録媒体の第2情報記録面上に集光する場合に、図112に示すように、球面収差が少なくとも1箇所の不連続部を有するようにしてもよい。

【0101】不連続部を有する場合、 $NA2$ 近傍において、球面収差が不連続部を有することが好ましい。例えば、開口数 (NA) が0.45において、球面収差が不連続部を有する場合や、開口数 (NA) が0.5において、球面収差が不連続部を有する場合が挙げられる。

【0102】また、球面収差が不連続部を有する場合、集光光学系は、回折部を通過した第1光束における、開口数が $NA1$ 以下のn次回折光を、第1光情報記録媒体の第1情報記録面上に、最良像点における波面収差が0.07 λ rmsとなるように集光することが好ましい。

【0103】また、上記条件式を満たす場合集光光学系の対物レンズが回折部を有し、第2光情報記録媒体の記録・再生を行うために、集光光学系が、回折部を通過した第2光束におけるn次回折光を、第2光情報記録媒体の第2情報記録面上に集光する場合に、図27に示すように、球面収差が連続していて、不連続部を有さないようにしてもよい。

【0104】球面収差が連続していて、不連続部を有さない場合、 $NA1$ では、球面収差が20 μ m以上であって、 $NA2$ では球面収差が10 μ m以下であることが好ましい。より好ましくは、 $NA1$ では、球面収差が50 μ m以上であって、 $NA2$ では球面収差が2 μ m以下である

【0105】上記条件の中で、例えば、第1の光情報記録媒体としてDVDの一種を用い、第2の光情報記録媒体としてCDの一種を用いる場合の、具体的な好ましい1例を挙げるなら以下のような態様が挙げられるが、これに限られるものではない。

0.55mm<t1<0.65mm
1.1mm<t2<1.3mm
630nm< $\lambda1$ <670nm
760nm< $\lambda2$ <820nm
0.55< $NA1$ <0.68
0.40< $NA2$ <0.55

【0106】上記範囲の場合であって、回折部が輪帯回折の場合、 $NA2$ 以下に相当する回折部は19輪帯以下

(35)

か、21輪帯以上であることが好ましい。また、回折部は全体で、35輪帯以上か、33輪帯以下であることが好ましい。

【0107】また、上記範囲を満たす場合、スポット径が以下の態様を満たすことが好ましい。

【0108】集光光学系の対物レンズが回折部を有し、 $\lambda1=650$ nm, t1=0.6mm, $NA1=0.6$ であって、前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である第1の光束を入射し、第1の透明基板を介して、第1の情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.88~0.91 μ mであることが好ましい。

【0109】または、 $\lambda1=650$ nm, t1=0.6mm, $NA1=0.65$ であって、前記対物レンズに、強度分布が一様な平行光である第1の光束を入射し、第1の透明基板を介して、第1の情報記録面上に集光した場合に、ベストフォーカスにおけるスポット径が0.81~0.84 μ mであることが好ましい。

【0110】さらに上記範囲を満たす場合であって、且つ、回折部が対物レンズに設けられている場合、開口数 (NA) が0.4における、回折部のピッチが10~70 μ mであることが好ましい。さらに好ましくは、20~50 μ mである。

【0111】さらに、上記条件の中で、具体的な好ましい1例を挙げるなら以下のような態様が挙げられるが、これに限られるものではない。特に、第2の光情報記録媒体としてのCDについて、記録も行う場合は、 $NA2$ を0.5とすることが好ましい。さらに、第1の光情報記録媒体としてのDVDについて、記録も行う場合は、 $NA1$ を0.65とすることが好ましい。

t1=0.6mm
t2=1.2mm
 $\lambda1=650$ nm
 $\lambda2=780$ nm
 $NA1=0.6$
 $NA2=0.45$

【0112】また、以下のような態様であってもよい。以下の態様の場合、n次回折光は-1次光であることが好ましい。

$\lambda1 < \lambda2$
t1 > t2

【0113】また、本発明の光ピックアップ装置を有する、光情報記録媒体から情報を再生したまたは光情報記録媒体に情報を記録する光情報記録媒体記録または再生装置の具体例としては、DVD/CD再生装置や、DVD/CD-R記録再生装置や、DVD-RAM/DVD/CD-R/CD記録再生装置や、DVD/CD/CD-R記録再生装置や、DVD/LD再生装置、DV/Dブルーレーザ (350~480nm等、特に400nm程度) を使用する光情報記録媒体記録再生装置、CD/ブルーレーザを使用する光情報記録媒体記録再生装置、

68

69

などを挙げることができるが、これに限られるものではない。また、これらの光情報記録媒体記録または再生装置は、光ピックアップ装置の他に、電源や、スピンドルモーターなどを有する。

【0114】また、本発明の対物レンズは、第1の光源の波長と第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、ウェッジ状光線の球面収差の変化量を ΔSA 、軸上色収差の変化量を ΔCA とすると、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$-1 < \Delta SA / \Delta CA < -0.2$

【0115】また、請求項137の光学系は、1以上の光学素子を含んでおり、情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有している。

【0116】請求項137によると、光学素子が回折面を有していることにより、互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して球面収差を補正することができるとともに、軸上色収差も補正することができると、つまり、対物レンズ等多くの光学素子を共通に使用する簡単な構成で球面収差および軸上色収差の補正が可能になって、光学系の小型軽量化および低コスト化を図ることができる。また、光学素子が互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有しているために、光量の損失を少なくすることができ、必要開口数の異なる場合に対しても例えば共通の対物レンズを用いて十分な光量を得ることができる。

【0117】また、請求項138の光学系は、1以上の光学素子を含んでおり、情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれ光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されている。

【0118】請求項138によると、光学素子に回折面が形成されていることにより、請求項1と同様に、互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して球面収差および軸上色収差を補正することができる。また、光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に回折面が形成されていることにより、より効率的に補正が可能となる。

【0119】なお、本明細書において、各用語は以下に定義する通りである。まず、本発明における光学素子とは、情報記録媒体上への情報の記録及び／又は情報記録媒体上の情報を再生するための光学系に適用可能な全ての光学素子の個々を指し、一般には、カップリングレン

(36)

70

ス、対物レンズ、偏光ビームスプリッタ、1/4波長板、また、2つ以上の光源からの光を合成するためのビームスプリッタ等が挙げられるが、これらに限ったものではない。また、本発明の回折部のみを設け、他の役割は一切持たない光学素子であってもよい。

【0120】また、本発明における光学系とは、例えばCDとDVDとを記録又は再生可能とするような上記光学素子の1以上の集合であって、情報記録媒体上への情報の記録及び／又は情報記録媒体上の情報を再生可能とするための光学系全体のみならず、その光学系の一部を意味するものであってもよく、上記のような光学素子を少なくとも1つ含むものである。

【0121】本発明における情報記録媒体には、例えば、CD、CD-R、CD-RW、CD-V、deo、CD-ROM等の各種CD、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW等の各種DVD、或いはMD、LD、MO等のディスク状の情報記録媒体が挙げられる。一般に、情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。もちろん、これらに限られるものではなく、現在市販されていないような、ブルーレーザを用いるような光情報記録媒体も含まれる。

【0122】本発明において、情報記録媒体に対する情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することという。本発明のピックアップ装置・光学系は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでのいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0123】また、上記の情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられるピックアップ装置・光学系とは、それに適用可能であることは勿論のこと、実際に適用されるかもしれないような用途に用いることを意図したピックアップ装置・光学系をも含むものである。

【0124】本発明において、互いに異なる少なくとも2つの波長の光とは、例えば、CD用に使用される780nmの波長の光と、DVD用に使用される635nm或いは650nmの波長の光との異なる2つの波長の光であってよいし、高密度記録された大容量の情報記録媒体の記録及び／又は再生のための例えば400nmの波長の光をさらに含んだ、異なる3つの波長の光であってもよい。勿論、4以上の異なる波長の光であってもよい。また、実際に異なる3以上の波長の光が使用される光学系或いはそれを意図した光学系であっても、その内

(37)

71

の少なくとも異なる2つの波長の光を意味することは勿論である。もちろん、400nmと780nmの組み合わせや、400nmと650nmの組み合わせであってもよい。

【0125】本発明において、異なる波長の光とは、上に例示したような情報記録媒体の種類や記録密度の相違などに応じて使用される、互いに十分な波長差を有する複数の波長の光を意味しており、1つの波長の光を出力する1つの光源の温度変化や出力変化に起因して生じる±10nm程度以内の一時的なシフトによって異なる波長の光を指すものではない。また、異なる波長の光が使用される要因としては、上記した情報記録媒体の種類や記録密度の相違のほかに、例えば、情報記録媒体の透明基板の厚さの相違や記録と再生との相違等が挙げられる。

【0126】また、回折面とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光を集光あるいは発散させる作用を持たせる面のことをいい、同一光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は略楕のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【0127】一般に回折面からは0次光、±1次光、±2次光・・・と無数の次数の回折光が生じるが、例えば上記のような子午断面が略楕状となるレリーフを持つ回折面の場合は、特定の次数の回折効率を他の次数の回折効率よりも高くしたり、場合によっては、特定の1つの次数(例えば+1次光)の回折効率をほぼ100%とするように、このレリーフの形状を設定することができる。本発明において、特定次数の回折光を選択的に発生するとは、所定の波長の光に対して特定次数の回折光の回折効率がその特定次数以外の他の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも高いことをいい、互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ選択的に発生する特定次数の回折光のその特定次数が同じ次数であることを同じ次数の回折光を選択的に発生するという。ここで、回折光の次数が同じであるとは、回折光の次数が符号を含めて同じであることをいう。

【0128】また、回折効率は、全回折光に対するそれぞれの次数の回折光の光量の割合を回折面の形状(レリーフの形状)に基づき、また照射する光の波長を所定の波長に設定したシミュレーションによる計算で求める。所定の波長には、一例として780nm、650nmの波長が挙げられる。

【0129】また、回折面が光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されているとは、光学面上で光束が通る範囲のほぼ全てに回折構造(レリーフ)が設けられることを意味し、光学面の一部、例えば周辺部の

72

みに回折構造を設けたような光学素子ではないことを意味する。このとき、光源からの光束が情報記録媒体側に通過する範囲は、光学系または光ピックアップ装置に用いられる開口絞りによって定められる。回折面を設けた光学素子単体として見れば、回折面が形成される範囲は光学面のほぼ全面にわたっているが、光束が通らない周辺部もある程度の余裕を持って光学面を形成しておくのが一般的なので、この部分も光学面として使用可能な領域として光学面に含めて考えるとき、光学素子単体として光学面中の回折面の面積比率は少なくとも半分以上であることが好ましく、ほぼ100%であることがより好ましい。

【0130】また、請求項139の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ選択的に発生する回折光の特定次数が同じ次数であることを特徴とするものである。

【0131】請求項139によると、回折面が少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して同じ次数の回折光の回折効率を最大とするので、回折面が異なる次数の回折光の回折効率を最大とする場合と比較して光量の損失が少ない。

【0132】また、請求項140の光学系は、前記同じ次数の回折光が1次回折光であることを特徴とするものである。1次回折光はプラス1次回折光であってもよいし、マイナス1次回折光であってもよい。

【0133】請求項140によると、同じ次数の回折光が1次回折光であることにより、同じ次数の回折光が1次よりも高次の回折光である場合と比較して光量の損失が少ない。

【0134】また、請求項141の光学系は、上述の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折パワーを有するレンズであることを特徴とするものである。請求項141の光学系は、屈折パワーを有するレンズの表面に、さらに回折のための微細構造(レリーフ)を形成したものであってもよい。このとき、回折のための微細構造の包絡面がレンズの屈折面形状となる。例えば、非球面単玉対物レンズの少なくとも一方の面に、いわゆるブレーズ型の回折面が設けられたものであっても、子午断面が略楕状となる輪帯をが全面に設けられたレンズであってもよい。

【0135】請求項141によると、回折面を有する光学素子が屈折パワーを有するレンズであることにより、球面収差および色収差をもに補正可能とでき、部品の数の削減が可能になる。

【0136】また、請求項142の光学系は、前記レンズの屈折面形状が非球面であることを特徴とするものである。

【0137】また、請求項143の光学系は、前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に

(38)

73

対する回折光の回折効率を、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とするものである。

【0138】また、請求項144の光学系は、前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長または最小波長の光に対する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とするものである。

【0139】また、請求項145の光学系は、前記レンズの前記回折面で付加される回折作用(以下、「回折パワー」という。)の正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とするものである。

【0140】請求項145によると、レンズの前記回折面で付加される回折パワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることによって、球面収差の波長変動を抑制することができる。

【0141】また、請求項146の光学系は、前記レンズの前記回折面で付加される回折パワーが、光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に1回切り替わることを特徴とするものである。

【0142】請求項146によると、レンズの前記回折面で付加される回折パワーが光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に1回切り替わることによって、例えば、CD系及びDVD系とも対物レンズに平行光束が入射する場合に、情報記録媒体の透明基板の厚さの違いによる球面収差への影響を回折面の輪帯ピッチを適小にすることなく、効率よく補正することができる。

【0143】回折パワーに関し、特に、屈折作用と回折作用とを有する光学面を備えた光学素子、言い換えれば屈折作用を有する光学面上に回折面が設けられたが如き光学素子の場合、回折面の作用により、ベースとなる屈折面の回折作用に対して、光束を収束あるいは発散させる作用が付加される。このとき近軸領域に限らず実際の有限の高さの光線に対して、収束させる作用が付加される時、本発明においては回折面の所定の位置が正の回折パワーを有するとし、発散させる作用が付加される時、負の回折パワーを有するとしている。

【0144】また、請求項147の光学系は、前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されていることを特徴とするものである。すなわち、請求項147の回折面は、例えば特開平6-242373号公報に記載されているように、光軸から離れるにしたがってレンズ厚が厚くなる方向へ離散的にシフトする輪帯として階段状に形成されたものである。

【0145】また、請求項148の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、

74

2乗項以外の少なくとも1つの項に零以外の係数を有することを特徴とするものである。

【0146】請求項148によると、異なる2波長間での球面収差を制御することができ、ここで、制御することができるとは、2波長間で、球面収差の差を極めて小さくすることもできるし、光学的仕様に必要な差を設けることも可能であるということを意味する。

【0147】また、請求項149の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項に零以外の係数を有することを特徴とするものである。

【0148】請求項149によると、近軸領域での色収差の補正を有効に行うことができる。

【0149】また、請求項150の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す累級数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とするものである。

【0150】請求項150によると、位相差関数が2乗項を含まないことによって、回折面の近軸パワーが0となり、4次以上の項だけを用いるので、回折輪帯のピッチが過小とならずに球面収差を制御することができる。

【0151】また、請求項151の光学系は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光(波長λ)のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λrms以下であることを特徴とするものである。

【0152】請求項151によると、波面収差が対物レンズの像側の所定開口数内ではマレシャルの許容値である0.07λrms以下であるので、球面収差が十分小さい優れた光学特性を得ることができる。

【0153】また、請求項152の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうちの1つの波長λ1が±10nmの範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λ1rms以下であることを特徴とするものである。

【0154】請求項152によると、波長λ1が±10nmの範囲内で変動しても、球面収差が十分小さい優れた光学特性を得ることができる。

【0155】また、請求項153の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、波長λ2の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長λ2の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長λ2の光の結像面上での波面収差が0.07λ2rmsより大であることを特徴とするものである。

【0156】請求項153によると、波長λ2の光の波面収差が別波長の光に関する所定開口数(波長λ2の光に関する所定開口数よりも大きい)内では0.07λ2rms以上と大きいために、波長λ2の光について適切

(39)

75

なスポット径を得ることができる。つまり、実使用上の開口数までをほとんど無収差とし、その外側の部分については収差をフレアとすることで、所望の効果を得ることができる。

【0157】また、請求項154の光学系は、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が0.10 λ_2 rms以上であることを特徴とするものである。

【0158】請求項154によると、波長 λ_2 の光の波面収差が別波長の光に関する所定開口数(波長 λ_2 の光に関する所定開口数よりも大きい)内では0.10 λ_2 rms以上と大きいために、波長 λ_2 の光についてより適切なスポット径を得ることができる。

【0159】また、請求項155の光学系は、前記別波長の光に対する所定開口数をNA1とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数をNA2としたとき、NA1>NA2>0.5×NA1を満足することを特徴とするものである。

【0160】また、請求項156の光学系は、前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射され、別の1つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とするものである。

【0161】請求項156によると、対物レンズに互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光束が入射されることにより、少なくとも2つの波長のそれぞれの光の波長10nm程度の变化に対し、球面収差変動を極めて小さく抑えることが可能となる。

【0162】また、請求項157の光学系は、前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とするものである。

【0163】また、請求項158の光学系は、前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とするものである。

【0164】また、請求項159の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち何れか2つの波長に対して長い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数をNAとしたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3/(2NA_2)$ 以上且つ $\lambda_3/(2NA_2)$ 以下であることを特徴とするものである。

【0165】請求項159によると、波長を切り換えたときにピントがほとんど変化しないので、フォーカサーボを不要にしたり、フォーカサーボによる移動範囲を狭くすることが可能となる。

【0166】また、請求項160の光学系は、前記互い

76

に異なる少なくとも2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とするものである。

【0167】また、請求項161の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長が、互いに異なる3つの波長であることを特徴とするものであることを特徴とするものである。

【0168】また、請求項162の光学系は、前記互いに異なる3つの波長の光をそれぞれ λ_1 , λ_2 , λ_3 ($\lambda_1<\lambda_2<\lambda_3$)とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれNA1, NA2, NA3とすると、 $0.60\leq NA_1$, $0.60\leq NA_2$, $0.40\leq NA_3\leq 0.50$ を満足することを特徴とするものである。

【0169】また、請求項163の光学系は、前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮断することが可能なフイルターが設けられていることを特徴とするものである。

【0170】また、請求項164および165の光学系は、前記回折面を有する光学素子が対物レンズであることを特徴とするものである。

【0171】また、請求項166の光学系は、前記対物レンズが1枚のレンズからなることを特徴とするものである。

【0172】また、請求項167の光学系は、前記対物レンズの両面に前記回折面が設けられていることを特徴とするものである。

【0173】また、請求項168の光学系は、前記対物レンズの材料のフッペ数 ν_d が50よりも大きいことを特徴とするものである。

【0174】請求項168によると、異なる2波長の光源に対して軸上色収差を補正した場合に、2次元ベクトルを小さくすることができる。

【0175】また、請求項169の光学系は、前記対物レンズがプラスチック製であることを特徴とするものである。請求項169によると、安価で軽量の光学系を得ることができる。また、請求項170の光学系は、前記対物レンズがガラス製であることを特徴とするものである。請求項169および170によると、温度変化に極めて強い光学系を得ることができる。

【0176】また、請求項171の光学系は、前記対物レンズは、前記回折面が形成された樹脂層をガラスレンズ表面に有するものであることを特徴とする。請求項171によれば、ガラスレンズに回折構造を形成し易い樹脂層を設けるので、温度変化に極めて強かつコスト的に有利な光学系を得ることができる。

【0177】また、請求項172の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が80nm

77

以上であることを特徴とするものである。

【0178】また、請求項173の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が400nm以下であることを特徴とする。

【0179】また、請求項174の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が100nm以上200nm以下であることを特徴とする。

【0180】また、請求項175の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が、該特定次数以外の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも10%以上高い効率であることを特徴とする。

【0181】また、請求項176の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が、該特定次数以外の次数のそれぞれの回折光の回折効率よりも30%以上高い効率であることを特徴とする。

【0182】また、請求項177の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が50%以上であることを特徴とする。

【0183】また、請求項178の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定次数の回折光の回折効率が70%以上であることを特徴とする。

【0184】また、請求項179の光学系は、前記回折面があることによって、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の前記選択的に発生された特定次数の回折光が焦点を結ぶに際して、前記回折面がない場合に比較して球面収差が改善されることを特徴とする。

【0185】また、請求項180の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光(波長 λ)に対して、それぞれ選択的に発生する特定次数の回折光の結像面上での波面収差が0.07 λ rms以下であることを特徴とする。

【0186】また、請求項181は、上述した各光学系を有することを特徴とする光ビックアップ装置である。

【0187】また、請求項182の光ビックアップ装置は、互いに異なる波長の光を出力する少なくとも2つの光源と、前記光源からの光を情報記録媒体上に集光する、1以上の光学素子を含む光学系と、前記情報記録媒体からの透過光或いは反射光を抽出する光検出器とを備えた光ビックアップ装置において、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有している。

【0188】また、請求項183の光ビックアップ装置は、互いに異なる波長の光を出力する少なくとも2つの

78

光源と、前記光源からの光を情報記録媒体上に集光する、1以上の光学素子を含む光学系と、前記情報記録媒体からの透過光或いは反射光を抽出する光検出器とを備えた光ビックアップ装置において、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されている。

【0189】また、請求項184の光ビックアップ装置は、請求項46または47に記載の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折/バウエーを有するレンズであることを特徴とする。

【0190】また、請求項185の光ビックアップ装置は、前記レンズが、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に対する回折光の回折効率を、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする。

【0191】また、請求項186の光ビックアップ装置は、前記レンズが、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の最大波長または最小波長の光に対する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする。

【0192】また、請求項187の光ビックアップ装置は、前記レンズは外周にフランジ部を有することを特徴とする。また、請求項188の光ビックアップ装置は、前記フランジ部は前記レンズの光軸に対し略垂直方向に延びた面を有することを特徴とする。このフランジ部によりレンズを光ビックアップ装置に容易に取り付けることができ、このフランジ部に光軸に対し略垂直な方向に延びた面を設ける場合には、更に精度の高い取付が容易にできる。

【0193】また、請求項189の光ビックアップ装置は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光(波長 λ)のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07 λ rms以下であることを特徴とする。

【0194】また、請求項190の光ビックアップ装置は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光(波長 λ)のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内では0.07 λ rms以下であることを特徴とする。

【0195】また、請求項191の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうちの1つの波長 λ_1 が ± 10 nmの範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レン

(41)

79

ズの像側の所定開口数内では、 $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0196】また、請求項192の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、波長 λ_2 の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長 λ_2 の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ より大であることを特徴とする。

【0197】また、請求項193の光ビックアップ装置は、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が $0.10\lambda_2\text{rms}$ 以上であることを特徴とする。

【0198】また、請求項194の光ビックアップ装置は、前記別波長の光に対する所定開口数を $\text{NA}1$ とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数を $\text{NA}2$ としたとき、 $\text{NA}1>\text{NA}2>0.5\times\text{NA}1$ を満足することを特徴とする。

【0199】また、請求項195の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする。

【0200】また、請求項196の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とする。

【0201】また、請求項197の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする。

【0202】また、請求項198の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長に対して長い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数を NA としたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3/(2\text{NA}2)$ 以上且つ $+\lambda_3/(2\text{NA}2)$ 以下であることを特徴とする。

【0203】また、請求項199の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする。

【0204】また、請求項200の光ビックアップ装置は、前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されており、前記対物レンズの像側の最大開口数内に対応する前記輪帯のピッチ Pf と、前記最大開口数内の $1/2$ の開口数に対応する前記

80

輪帯のピッチ P_h との間に次の関係が成立することを特徴とする。

$0.4\leq |(P_h/P_f)-2|\leq 2.5$

【0205】請求項200によれば、上述の関係式の下限以上であると、高次の球面収差を補正する回折の作用が弱まることがなく、従って、透明基板の厚さが異なることによって生じる2波長間の球面収差の差を回折の作用で補正できる。また、上限以下であると、回折輪帯のピッチが過小となる箇所が生じ難くなり、回折効率の高いレンズを製造することが可能となる。また、上記関係式は、

$0.8\leq |(P_h/P_f)-2|\leq 6.0$

が好ましく、

$1.2\leq |(P_h/P_f)-2|\leq 2.0$

が更に好ましい。

【0206】また、請求項201の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源が、3つの光源であることを特徴とする。

【0207】また、請求項202の光ビックアップ装置は、前記3つの光源から出力される異なる3つの波長の光をそれぞれ $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_1<\lambda_2<\lambda_3$)とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれ $\text{NA}1, \text{NA}2, \text{NA}3$ とするとき、

$0.60\leq \text{NA}1, 0.60\leq \text{NA}2, 0.40\leq \text{NA}3\leq 0.50$

を満足することを特徴とする。

【0208】また、請求項203の光ビックアップ装置は、前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮蔽することが可能なフィルタが設けられていることを特徴とする。

【0209】また、請求項204の光ビックアップ装置は、前記異なる2つの波長の光のそれぞれに対して前記所定開口数となるような開口制限手段を有することを特徴とする。

【0210】また、請求項205の光ビックアップ装置は、前記異なる2つの波長の光の一方に対して前記所定開口数となるような開口制限がないことを特徴とする。

例えば、具体的には最大開口数は開口制限を有し、それより小さい所定開口数に対しては開口制限を設けないようにする。これにより波長選択性を有するフィルタ等の開口制限手段を不要とすることができ、より安価で小型化が可能となる。

【0211】また、請求項206の光ビックアップ装置は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記対物レンズは、前記互いに異なる波長の光を前記情報記録媒体上にそれぞれ集光する際に共通に使用されることを特徴とする。

【0212】また、請求項207の光ビックアップ装置

81

は、前記少なくとも2つの光源と前記対物レンズとが一体化されたユニットが、前記情報記録媒体の主面に対して少なくとも平行に駆動されることを特徴とする。

【0213】また、請求項208の光ビックアップ装置は、前記ユニットが前記情報記録媒体の主面に対して垂直に駆動されることを特徴とする。

【0214】また、請求項209は、上述の光ビックアップ装置を搭載しており、音声および画像の少なくともいずれか一方を記録または再生することが可能であることを特徴とする記録再生装置である。

【0215】また、請求項210のレンズは、情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられ、屈折パワーを有するともに少なくとも一方の光学面に回折面を有するレンズにおいて、前記回折面に付加される回折パワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わる。

【0216】また、請求項211のレンズは、上述の請求項74のレンズにおいて、前記回折面はブレース化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置することを特徴とするものであり、また、請求項212のレンズは、前記回折面はブレース化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置することを特徴とする。

【0217】また、請求項213は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学素子である。

【0218】また、請求項214は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズであって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光の回折効率を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とするレンズである。

【0219】また、請求項215は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用い

(42)

82

た際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学素子である。

【0220】また、請求項216は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズにおいて、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とするレンズである。

【0221】また、請求項217の光ディスク用回折光学系は、波長の異なる2つの光源を有し、同一の光学系によって記録再生を行う記録再生用光学系において、該光学系は屈折面上に回折輪帯レンズを設けた光学面を含み、波長の相違によって回折面において生じる収差と回折輪帯レンズによって生じる収差とを相殺させ、該相殺に用いられる回折光は、2つの光源波長に対して同次数の回折光であることを特徴とする。

【0222】上述のように、この回折光学系は、屈折面上に回折輪帯レンズを設けた光学面を含み、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同次数の回折光と回折面とによる球面収差を相殺させることにより、回折限界とほぼ同等の、無収差に補正したことを特徴とする。該同次数の回折光は、1次回折光であることが好ましい。

【0223】2つの光源のそれぞれの波長に対し、本発明のように同次数の回折光を対応させる方法は、異なる次数の回折光を対応させる場合に比べて、総合的に光量の損失が少ないという利点を有する。例えば、780nmと635nmとの2つの波長を用いる場合、両波長光に1次回折光を用いる方が、何れかの波長に1次回折光を用い他方の波長に0次回折光を用いるより、総合的に光量の損失が少ない。また、両波長光に同次数の回折光を用いる場合、高次の回折光を用いるよりも、1次回折光を用いた方が光量の損失が少ない。

【0224】また、請求項218の光ディスク用回折光学系は、上記相殺する収差は球面収差および/または色収差であることを特徴とする。

【0225】また、請求項219の光ディスク用回折光学系は、上記同次数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする。

【0226】また、請求項220の光ディスク用回折光学系は、異なる2波長の光源は、それぞれ透明基板厚みが異なる光ディスクに対応するものであることを特徴とする。

【0227】また、請求項221の光ディスク用回折光

学系は、波長の異なる2波長の光源中、短い波長の光源波長は700nm以下であることを特徴とする。
【0228】また、請求項222の光ディスプレイ用回折光学系は、波長の異なる2波長の光源中、長い波長の光源波長は600nm以上であることを特徴とする。
【0229】また、請求項223の光ディスプレイ用回折光学系は、回折輪帯レンズは、輪帯の位置を表す位相関数が、冪級数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする。

【0230】また、請求項224の光ディスプレイ用回折光学系は、光学屈折面が非球面であることを特徴とする。
【0231】また、請求項225の光ディスプレイ用回折光学系は、波長の異なる2波長の光源に対して、そのほぼ中間の波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする。

【0232】また、請求項226の光ディスプレイ用回折光学系は、波長の異なる2波長の光源に対して、その一方の光源波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする。

【0233】また、請求項227の光ディスプレイ用回折光学系は、光学面上の回折輪帯レンズは球面収差をアンダーに補正し、該光学面の非球面は球面収差をオーバーに補正することを特徴とする。

【0234】上述の請求項227の光ディスプレイ用回折光学系では、例えばCD系（例えば、波長780nm、基板厚さ1.2mm）とDVD系（例えば、波長650nm、基板厚さ0.6mm）とをともに平行光入射で使用する対物レンズを用いる場合、CD系では基板が厚いために球面収差がDVD系よりオーバーになるが、この球面収差を回折レンズの波長差で補正するため、回折レンズの球面収差をアンダーにする。なお、このとき、CD系の長波長では回折レンズの球面収差が大きくアンダーになり、基板の厚さの差による影響を補正する。非球面では基板の厚さの差の影響を補正するのではなく、CD系、DVD系ともに概ね同程度に球面収差をオーバーにする。以上のことは、回折の高次項を用いた場合に球面収差の波動変動を大きく制御できることを利用したものである。

【0235】また、請求項228の光ディスプレイ用回折光学系は、波長の異なる2波長の光源において、その波長差が80nm以上である。

【0236】また、請求項229の光ディスプレイ用回折光学系は、光ディスプレイ光学系において、光学面上に回折輪帯レンズを設けることにより、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同次数の回折光の軸上色収差を補正したことを特徴とする。

【0237】また、請求項230の光ディスプレイ用回折光学系は、上記異なる2波長の光源の波長差が80nm以上であり、以下の条件を満たす単玉対物レンズを有することを特徴とする。

$v_d > 50$
ただし、 v_d ：対物レンズの材料のブッペ数

【0238】また、請求項231の光ディスプレイ用回折光学系は、異なる2波長に対するレンズ性能のうち、何れか一方は実使用上の開口までを無収差とし、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする。

【0239】また、請求項232の光ディスプレイ用回折光学系は、上記異なる2波長に対するレンズ性能のうち、全開口で無収差である方の波長に対する開口数をNA1とし、もう一方の波長の実使用上の開口数をNA2としたとき、以下の条件を満たすことを特徴とする。
 $NA1 > NA2 > 0.5 \times NA1$

【0240】また、請求項233の光ディスプレイ用回折光学系は、上記異なる2波長に対する光ディスプレイ厚が異なることを特徴とする。

【0241】また、請求項234の光ビクアツツ装置は、波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれ光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および／または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系において、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であることを特徴とする。

【0242】ここで、回折限界性能とは、光束の波面収差を測定し、その光束全体の波面収差の自乗平均根（rms値）がマッセルの許容値である波長の0.07倍以下であることを意味する。また、実使用上の開口とは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数を意味し、それぞれの光情報記録媒体に対して情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができると回折限界性能の対物レンズの開口数に相当する。

【0243】このように本発明では、実使用上の開口数を光情報記録媒体に対して規定するので、ビクアツツ装置の光学系を通る実際の光束の光情報記録媒体側の開口数が、実使用上の開口数より大きくてもよい。

【0244】また、本発明において、最大開口数は実使用上の開口数のうちの最大のもを意味することが好ましい。すなわち、複数の光情報記録媒体に対して互換的に用いるビクアツツ装置の場合、複数の実使用上の開口数が定義されるが、このうち最大のもを最大開口数とすることが好ましい。また、所定の開口数および必要開口数とは、実使用上の開口数と同じ意味である。

【0245】なお、その光情報記録媒体に対して情報を記録または再生する場合において、規格で規定される光源とは異なった波長の光源を実際の光ビクアツツ装置で使用する場合は、規定の波長と規定の開口数との比と、実使用波長と実使用開口数の比が一定となるように

実使用開口数を設定する。例として、CDについて、規格では780nmの波長の光源を使用したとき開口数は0.45であるが、650nmの波長の光源を使用したときは、開口数は0.38となる。

【0246】また、請求項235の光ビクアツツ装置は、波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および／または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系において、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であり、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束のうち、実使用上の開口までの光束はその最良像点において回折限界性能であり、その外側の部分はフレアとなるように上記輪帯状の回折面を設けたことを特徴とする。

【0247】また、請求項236の光ビクアツツ装置は、上記装置において少なくとも波長の異なる3つの光源を有することを特徴とする。

【0248】また、請求項237の光ビクアツツ装置は、上記装置において、少なくとも2つ以上の輪帯状の回折面を設けた光学面を含むことを特徴とする。

【0249】また、請求項238の光ビクアツツ装置は、上記装置において、上記対物レンズに入射する光束のうち、実使用上の開口から外側の光束の一部を遮蔽する輪帯状のフィルターを含むことを特徴とする。
【0250】また、請求項239の光ビクアツツ装置は、上記装置において、光源と上記対物レンズを含むユニットが、少なくとも光情報記録媒体に平行に駆動されることを特徴とする。

【0251】また、請求項240の光ビクアツツ装置は、上記装置において、光源と上記対物レンズを含むユニットが、さらに光情報記録媒体に垂直に駆動されることを特徴とする。

【0252】また、請求項241に係わる発明は、上述の光ビクアツツ装置を搭載したことを特徴とする音声および／または画像の記録、および／または、音声および／または画像の再生装置である。

【0253】また、請求項242の対物レンズは、波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および／または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系用に用いられる対物レンズであって、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であることを特徴とする。

【0254】また、請求項243の対物レンズは、波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発散光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および／または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系用に用いられる対物レンズであって、上記対物レンズは屈折面上に輪帯状の回折面を設けた光字面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良像点において回折限界性能であり、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束のうち、実使用上の開口までの光束はその最良像点において回折限界性能であり、その外側の部分はフレアとなるように上記輪帯状の回折面を設けたことを特徴とする。

【0255】また、請求項244の光ビクアツツ装置は、光源から出射した光束を、対物レンズを含む集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録／再生する波長λ1の第1光源、第2光情報記録媒体を記録／再生する波長λ2の第2光源、第3光情報記録媒体を記録／再生する波長λ3の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録／再生を行う光ビクアツツ装置において、前記対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする。

【0256】また、請求項245の光ビクアツツ装置は、光源から出射した光束を、対物レンズを含む集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録／再生する波長λ1の第1光源、第2光情報記録媒体を記録／再生する波長λ2の第2光源、第3光情報記録媒体を記録／再生する波長λ3の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録／再生を行う光ビクアツツ装置において、前記対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その開口の外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする。

【0257】光情報記録媒体の記録および／または再生を行う請求項245の光ビクアツツ装置において、上記回折面を形成した対物レンズは、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その開口の外側の部分については収差をフレアとした。

【0258】また、以下の請求項で説明するように、上記回折面は対物レンズの両面に形成し、回折光は1次回折光であることが好ましい。上記回折面は、対物レンズ

(45)

87
の光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数 ϕ が、累乗数の2乗以外の項の係数を含むことと特徴とするが、累乗数の2乗の項の係数を含み、あるいは含まないことができる。また、上記回折面は、上記第1光源、第2光源、第3光源各々に対し、その両面若しくは中間域の波長において、回折光の回折効率が最大であることが好ましい。また、上記対物レンズは、少なくとも一面が非球面であり、回折面で球面収差をアンダートに補正し、非球面で球面収差をオーバーに補正することによって上記の性能を持たせることができる。

【0259】また、請求項246の光ビックアップ装置は、前記回折面は、前記対物レンズの両面に形成したことを特徴とする。

【0260】また、請求項247の光ビックアップ装置は、前記同一次数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする。

【0261】また、請求項248の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪郭状に形成され、輪郭の位置を表す位相関数が、累積数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする。

【0262】また、請求項249の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を要す位相関数が、累級数の2乗の項の係数を含むことを特徴とする。

【0263】また、請求項250の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪郭状に形成され、輪郭の位置を表す位相関数が、累積数の2乗の項の係数を含まないことを特徴とする。

【0264】また、請求項251の光ビックアップ装置は、前記第1光源、第2光源、第3光源各々に対し、その両端若しくは中間域の被長において、回折光の回折効率が最大であることを特徴とする。

【0265】また、請求項252の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一つが非球面であり、回折面と球面収差をアンダーに補正し、非球面と球面収差をオーバーに補正したことを特徴とする。

【0266】また、請求項253に係る発明は、前記第1光源、第2光源、第3光源を有する請求項244～252のいずれかに記載の光ビックアップ装置を搭載したことを特徴とする音声および／または画像の記録、および／または、音声および／または画像の再生装置である。

【0267】また、請求項254の対物レンズは、光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録／再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにお

88

て、前記対物レンズの少なくとも一片面に、各光情報記録媒体に対してある同一波長の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に収束収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする。

【0268】また、請求項255の対物レンズは、光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録／再生を行う光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正し、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする。

【0269】また、請求項256の光ピックアップ装置

る。波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する。波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する。波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする。

【0270】また、請求項257の光ビックアップ装置は、光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録／再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録／再生を行う光ビックアップ装置に使用される光ビックアップ装置において、集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その外側の部分については収差をフレアとして回折面を設けたことを特徴とする。

【0271】また、請求項258の光ビックアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$)の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報

(46)

99

第1光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの m 次回折光（但し、 m は0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの n 次回折光（但し、 $n=m$ ）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体を記録および/または再生する。

【0272】また、請求項259の光ピックアップ装置は、前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 < t_2$ の関係で使用される光ピックアップ装置であって、前記 m および n 次回折光は共に $+1$ 次回折光であることとを特徴とする。

【0273】また、請求項2600の光ビックアップ装置は、前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記 m 次および n 次回折光は共に -1 次回折光であることと特徴とする。

【0274】また、請求項261の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが t の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録し、および/またはは再生するために必要な前記対物レンズの開口数を $NA1$ 、透明基板の厚さが $t 2$ （ただし、 $t 2 > t 1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$ ）の第2の光源で記録し、および/またはは再生するために必要な前記対物レンズの開口数を $NA2$ （ただし、 $NA2 < NA1$ ）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次の回折光は、光情報記録媒体側の開口数が $NAH1$ の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が $NAL1$ の光束に変換され、

$$NAH1 < NA1$$
$$0 \leq NAL1 \leq NA2$$

の条件を満足することを特徴とする。

【0275】また、請求項262の光ピックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1光源で記録をおよび／または再生するために必要な前記対物レンズのNA1、透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 > t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2光源で記録

90

および／またはは再生するために必要な前記対物レンズの
 光情報記録媒体側の必要開口数を $NA2$ (ただし、 NA
 $2 > NA1$) としたとき、前記対物レンズの少なくとも
 1 つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転
 対称であり、前記第 1 の光源からの光束の回折対物レ
 ンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの +1
 次の回折光は、光情報記録媒体側の開口数が $NAH1$ の光
 束に変換され、前記第 1 の光源からの光束の回折対物レ
 ンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの +1 次回
 折光は、光情報記録媒体側の開口数が $NAL1$ の光束に
 変換され、

$$NAH1 < NA2$$

$$0 \leq NAL1 \leq NA1$$

の条件を満足することを特徴とする。

【0276】また、請求項263の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが t_1 以上の第1光情報記録媒体を長さ λ_{L1} の第1光源で記録するおよび／または再生するために必要な前記物レレンズの厚さ $t_1 < \lambda_{L1}$ である第1光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さを t_2 （ただし、 $t_2 < t_1$ ）の第2光情報記録媒体側を長さ λ_{L2} （ただし、 $\lambda_{L2} > \lambda_{L1}$ ）の第2光源で記録するおよび／または再生するために必要な前記物レレンズの厚さを $t_2 < NA_1$ としたとき、前記物レレンズの少なくとも一つ面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1光源からの光束から離れた円周からの一回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1光源からの光束の最も光軸側の開口数が高くなるように変換される。

$$0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA2}$$

の条件を満足することを特徴とする。

【0277】また、請求項265の光ピックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが、第1光情報記録媒体を被覆する第1の光源で記録された情報は再生するために必要な前記対物レンズの開口数に必要開口数をA1、透明基板の厚さをB1としたとき、 $A1 \times B1 \geq 0.05$ となるように構成されている。

が $\lambda_1 \leq \lambda_2$ (ただし、 $t_2 < t_1$) の第 2 光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第 2 の光源で記録および再生するために必要な前記対物レンズの光開口数を NA_2 (ただし、 $NA_2 > NA_1$) としたとき、前記対物レンズの少なくとも 1 つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折角 θ であり、前記第 1 の光源からの光束の前記対物レンズの最も光軸から離れた円周からの 1 次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が NAH_1 の光束に変換され、前記第 1 の光源からの光束の前記対物レ

91

その回折パターンのもも光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNA1.1の光束に変換され、

$$\begin{aligned} & \text{NAH1} < \text{NA2} \\ & 0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA1} \end{aligned}$$

の条件を満足することを特徴と

【0278】また、請求項265の光ビックアップ装置は、請求項261の装置において、前記第1の光源からの光束のうち、前記対物レンズを通ったときの開口数からの光束のうち、前記対物レンズを通らない光束の集光位置NA1以下で回折パターンを通らない光束の集光位置と、回折パターンを通った光束の集光位置がほぼ等しいことを特徴とする。

【02279】また、請求項2666の光ビックアップ装置は、請求項2662の装置において、前記第2の光源からの光束のうち、前記対物レンズを通ったときの開口数からの光束のN/A2以下で回折パターンを通らない光束の集光位置と、回折パターンを通った光束の集光位置がほぼ等しいことを特徴とする。

【02280】また、請求項267の光ビックアップ装置は、請求項263の装置において、前記第1の光源からの光束のうち、前記対物レンズを通ったときの開口数がない光束の集光位置と、回折パターンを通った光束の集光位置がほぼ等しいことを特徴とする。

【0281】また、請求項268の光ビックアップ装置は、請求項264の装置において、前記第2の光源からの光束のうち、前記対物レンズを通ったときの開口数からN/A2以下で回折パターンを通らない光束の集光位置と、回折パターンを通った光束の集光位置がほぼ等しいことを特徴とする。

【0282】また、請求項269の光ビックアップ装置は、請求項265の装置において、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンのもも光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH2の光束に変換され、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL2の光束に変換され、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光束を利用し第1光情報記録媒体の記録および/または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNAH2以下の光束を利用し第2光情報記録媒体の記録および/または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるように、対物レンズを通った光束の収束位置を設定したことを特徴とする。

【0283】また、請求項270の光ビックアップ装置は、請求項266の装置において、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から

(47)

離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL2の光束に変換され、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターン之最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL2の光束に変換され、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNAH1以下の光束を利用し第1光情報記録媒体の記録および／または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA2以下の光束を利用し第2光情報記録媒体の記録および／または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるように、対物レンズを通った光束の球面収差を殺定したことを特徴とする。

【0284】また、請求項271の光ビックアップ装置は、請求項267の装置において、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH2の光束に変換され、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL2の光束に変換され、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光束を利用し第1光情報記録媒体の記録および/または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNAH2以下の光束を利用し第2光情報記録媒体の記録および/または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるように、対物レンズを通った光束の端面収差を設定したことを特徴とする。

【0285】また、請求項272の光ビックアップ装置は、請求項268の装置において、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンのも光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH2の光束に変換され、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンのも光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL2の光束に変換され、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNAH1以下の光束を利用し第1光情報記録媒体の記録および／または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA2以下の光束を利用し第2光情報記録媒体の記録および／または再生が可能となるようなスポットを光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるように、対物レンズを通った光束の球面収差を数定したことを特徴とする。

【0286】また、請求項273の光ビックアップ装置は、請求項269の装置において、前記第1の光源から

93

の光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における波面収差が0.07λrms以下であり、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNAH2以下の光束が第2光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における波面収差が0.07λrms以下であることを特徴とする。

【02287】また、請求項274の光ビツクアツク装置は、請求項270の装置において、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA_{H1}以下の光束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における断面収差が0.07λrms以下であり、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA_{A2}以下の光束が第2光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における断面収差が0.07λrms以下であることを特徴とする。

【02288】また、請求項275の光ビタツアツ装置は、請求項271の装置において、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における波面収差が $0.07\lambda\text{rms}$ 以下であった最良像点における波面収差が $0.07\lambda\text{rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0289】また、請求項276のビックアップ装置は、請求項272の装置において、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA_{H1}以下の光束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における端面収差が0.07λrms以下であり、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数がNA₂以下の光束が第2光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点における端面収差が0.07λrms以下であることを特徴とする。

【0290】また、請求項277の光ビックアップ装置は、請求項258～276の何れか1項の装置において、第1の光源と対物レンズの間および第2の光源と対物レンズの間に少なくとも一つのコリメータを含み、第1の光源から対物レンズに入射する光束および第2の光源から対物レンズに入射する光束が、それぞれ平行光であることを特徴とする。

【02291】また、請求項278の光ビックアップ装置は、請求項277の装置において、第1の光源からの光束に関する対物レンズの近焦点位置と第2の光源からの光束に関する対物レンズの近焦点位置がほぼ一致することを特徴とする。

【0292】また、請求項279の光ビックアップ装置は、請求項265、269または273の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回

(48)

折パターンの+1次回折光は前記集光位置に集光され、折パターンの第2次回折光は第2回折パターンでは回折されないように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【02993】また、請求項2800の光ビックアップ装置は、請求項266、270または274の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は、第2の回折パターンでは主に+1次回折光となり、前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【02994】また、請求項281の光ビックアップ装置は、請求項267、271または275の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの-1次回折光は前記集光位置に集光され、前記第2光源からの光束は第2回折パターンでは回折されないように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0295】また、請求項282の光ビックアップ装置は、請求項268、272または276の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンでは主に-1次回折光となり、前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0296】また、請求項283の光ビックアップ装置は、請求項265、269または273の装置において、前記回折パターンの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの透過光は前記集光位置に集光され、前記第2光源からの光束は第2の回折パターンでは主に1次回折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【02997】また、請求項284の光ビックアップ装置は、請求項266、270または274の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、前記第2光源からの光束は第2回折パターンで1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【02998】また、請求項2855の光ビックアップ装置は、請求項267、271または275の装置において、前記回折パターンの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対しての第2の回折パターンの透過光は前記集光位置に集光され、前記第2光源からの光束は第2の回折パターンでは主に+1次回折光である。

(49)

95

折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0299】また、請求項286の光ビックアップ装置は、請求項268、272または276の装置において、前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、前記第2光源からの光束は第2回折パターンで+1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0300】また、請求項287の光ビックアップ装置は、請求項265、267、269、271、273または275の装置において、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波するこゝと、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段とを含み、前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第1光源からの光束は透過し、第2光源からの光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする。

【0301】また、請求項288の光ビックアップ装置は、請求項266、268、270、274または276の装置において、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段とを含み、前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第2光源からの光束は透過し、第1光源からの光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする。

【0302】また、請求項289の光ビックアップ装置は、請求項287の装置において、前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする。

【0303】また、請求項290の光ビックアップ装置は、請求項288の装置において、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする。

【0304】また、請求項291の光ビックアップ装置は、請求項287の装置において、前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする。

【0305】また、請求項292の光ビックアップ装置は、請求項288の装置において、前記開口制限手段は、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする。

96

る。

【0306】また、請求項293の光ビックアップ装置は、請求項258～292の何れか1項の装置において、光検出器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする。

【0307】また、請求項294の光ビックアップ装置は、請求項258～292の何れか1項の装置において、光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを各別に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする。

【0308】また、請求項295の光ビックアップ装置は、請求項294の装置において、少なくとも、第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする。

【0309】また、請求項296の光ビックアップ装置は、請求項293の装置において、前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）とは、ユニット化されていることを特徴とする。

【0310】また、請求項297の光ビックアップ装置は、請求項294の装置は、光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別であり、第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする。

【0311】また、請求項298の光ビックアップ装置は、請求項258～297の何れか1項の装置において、さらに光ディスクからの透過光を検出する光検出器を設けたことを特徴とする。

【0312】また、請求項299の光ビックアップ装置は、波長 $\lambda 1$ の第1の光源と、波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 1 \neq \lambda 2$ ）の第2の光源と、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る合波手段と、少なくとも一つの面に回折パターンを有する回折光学素子と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を記録および／または再生し、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光（ただし、 $n = m$ ）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが $t 2$ （ただし、 $t 2 \neq t 1$ ）の第2光情報記録媒体を記録および／または再生することを特徴とする。

【0313】また、請求項300の光ビックアップ装置は、請求項299の装置において、前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明

97

基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記m次およびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする。

【0314】また、請求項301の光ビックアップ装置は、請求項299の装置において、前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記m次およびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする。

【0315】また、請求項302の光ビックアップ装置は、請求項299、300または301の装置において、前記回折光学素子と対物レンズは一体に駆動されることを特徴とする。

【0316】また、請求項303の光ビックアップ装置は、請求項258～302の装置において、第1の回折パターンの光軸方向の深さは、 $2 \mu m$ 以下であることを特徴とする。

【0317】また、請求項304の光ビックアップ装置用対物レンズは、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、波長 $\lambda 1$ の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が第1の集光位置に集光され、波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 \neq \lambda 1$ ）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのn次回折光（ただし、 $n = m$ ）が前記第1の集光位置と異なる第2の集光位置に集光されることを特徴とする。

【0318】また、請求項305の光ビックアップ装置用対物レンズは、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ $t 2$ の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係であるとき、前記m次およびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする。

【0319】また、請求項306の光ビックアップ装置用対物レンズは、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ $t 2$ の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係であるとき、前記m次およびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする。

【0320】また、請求項307の光ビックアップ装置用対物レンズは、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、波長 $\lambda 1$ の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が透明基板の厚さ $t 1$ の第1光情報記録媒体を記録および／または再生すること利用される集光位置を有し、波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 \neq \lambda 1$ ）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからの

(50)

98

n次回折光（ただし、 $n = m$ ）が透明基板の厚さ $t 2$ （ただし、 $t 2 \neq t 1$ ）の第2光情報記録媒体を記録および／または再生することを利用される集光位置を有することを特徴とする。

【0321】また、請求項308の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項307の対物レンズにおいて、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係であるとき、前記m次およびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする。

【0322】または、請求項309の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項307の対物レンズにおいて、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係であるとき、前記m次およびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする。

【0323】また、請求項310の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項308の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さが $t 2$ （ただし、 $t 2 > t 1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2（ただし、 $NA2 < NA1$ ）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NAL1

$0 \leq NAL1 \leq NA2$

の条件を満たすことを特徴とする。

【0324】また、請求項311の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項308の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をA1、透明基板の厚さが $t 2$ （ただし、 $t 2 > t 1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ （ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$ ）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をA2（ただし、 $NA2 > NA1$ ）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離

99

れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA2

0 ≦ NAL1 ≦ NA1

の条件を満足することを特徴とする。

【0325】また、請求項312の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項309の対物レンズにおいて、透明基板の厚さがi1の第1光情報記録媒体を被長λ1の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さがi2（ただし、i2<i1）の第2光情報記録媒体を被長λ2（ただし、λ2>λ1）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2（ただし、NA2<NA1）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA1

0 ≦ NAL1 ≦ NA2

の条件を満足することを特徴とする。

【0326】また、請求項313の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項309の対物レンズにおいて、透明基板の厚さがi1の第1光情報記録媒体を被長λ1の第1の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さがi2（ただし、i2<i1）の第2光情報記録媒体を被長λ2（ただし、λ2>λ1）の第2の光源で記録および／または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2（ただし、NA2>NA1）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA2

0 ≦ NAL1 ≦ NA1

の条件を満足することを特徴とする。

(51)

100

【0327】また、請求項314の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～313の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面が回折パターン部と屈折部とを含み、回折部と屈折部の境界が5μm以上の段差を含むことを特徴とする。

【0328】また、請求項315の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～313の何れか1項の対物レンズにおいて、最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが2μm以下であることを特徴とする。

【0329】また、請求項316の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項315の対物レンズにおいて、最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが2μm以下であり、最も光軸とは離れた側の回折部の回折パターンの平均深さは2μm以上であることを特徴とする。

【0330】また、請求項317の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～316の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面の回折パターンは、光軸部分を含むことを特徴とする。

【0331】また、請求項318の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～316の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面の光軸部分は回折パターンを設けず、屈折面であることを特徴とする。

【0332】また、請求項319の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304、305、307、308または310の対物レンズにおいて、光源被長650nmで0.6mmの厚さの透明基板を介して情報記録面に所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数0.6まで回折限界性能を有し、光源被長780nmで1.2mmの透明基板を介して、所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数0.45まで回折限界性能を有することを特徴とする。

【0333】また、請求項320の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項319の対物レンズにおいて、回折パターンのステッチ数は、15以下であることを特徴とする。

【0334】また、請求項321の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～320の何れか1項の対物レンズにおいて、回折パターンを設ける光学面は、凸面であることを特徴とする。

【0335】また、請求項322の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項321の対物レンズにおいて、上記回折パターンを設けた光学面の屈折部が非球面であることを特徴とする。

【0336】また、請求項323の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項322の対物レンズにおいて、上記回折パターンは、少なくとも1つの非球面屈折部を含むことを特徴とする。

【0337】また、請求項324の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項304～323の何れか1項の対物レンズにおいて、前記対物レンズが単一レンズからな

101

ることを特徴とする。

【0338】また、請求項325の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項324の対物レンズにおいて、前記単一レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられていることを特徴とする。

【0339】また、請求項326の光ビックアップ装置用対物レンズは、請求項324の対物レンズにおいて、前記単一レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられ、他方の光学面は非球面であることを特徴とする。

【0340】上述のような対物レンズに第1の光源から無収差の平行光束が入射し、第1の光情報記録媒体の透明基板（厚さi1）を通して無収差で収束するように設計された専用対物レンズを使って、この対物レンズに第2の光源から無収差の平行光束が入射し、第2の光情報記録媒体の透明基板（厚さi2、ただし、i2>i1）を通った場合について検討する。

【0341】入射した平行光に対して、基板のないとき、被長λ1のときのバックフォーカスをfB1、被長λ2（ただし、λ2>λ1）のときのバックフォーカスをfB2とする。

【0342】このとき、近軸の色収差ΔfBをΔfB=fB2-fB1・・・(1)で定義すると、対物レンズが屈折型の非球面単一レンズの場合、ΔfB>0である。

【0343】また、被長λ2のとき第2の光情報記録媒体の透明基板を介して収束したときの近軸焦点位置を基準とした球面収差は、以下の要因によって0とはならない。

①被長がλ1からλ2に変わったことによる対物レンズの屈折率の被長依存性に起因する球面収差。

②第1の光情報記録媒体の透明基板厚i1と第2の光情報記録媒体の透明基板厚i2の差により発生する球面収差。

③第1の光情報記録媒体の透明基板屈折率nd1（λ1）と第2の光情報記録媒体の透明基板屈折率nd2（λ2）の差異に起因する球面収差。

【0344】対物レンズが屈折型の非球面単一レンズの場合、①の要因による球面収差はオーバーとなる。②の要因による球面収差もオーバーとなる。また、nd2<nd1であり、③の要因による球面収差もオーバーとなる。

【0345】①～③の要因により発生するオーバーな球面収差は、②の要因によるものがほとんどで、①がそれに依っている。③についてはほとんど無視できる。

【0346】前記の前提は、例えば、第1の光情報記録媒体をDVD、第1の光源の被長λ1が650nm、第2の光情報記録媒体をCD、第2の光源の被長λ2が780nmとした場合に相当し、DVD（厚さi1=0.6mm）とCD（i2=1.2mm）とでは、透明基板の材質は同じであるが厚さが異なる。

(52)

102

【0347】次に、光軸に対して回転対称な回折パターンの+1次回折光について見れば、図113(a)に示すように、+1次光は、被長が長くなると回折角が大きくなり、より光軸側に回折され、光はよりアンダー側に曲げられることになる。すなわち、+1次回折光は、被長がλ1の第1の光源からの無収差の平行光束が入射した場合と比較して、被長がλ2の第2の光源からの無収差の平行光束が入射した場合、近軸の色収差、球面収差をアンダーにする作用を有する。この作用を利用し、被長λ2で第2の光情報記録媒体の透明基板を介したときの球面収差と、被長λ1で第1の光情報記録媒体の透明基板を介したときの球面収差との差を、回転対称の回折パターンを導入し、その+1次回折光を利用して少なくすることができる。

【0348】第1光情報記録媒体の基板の厚さi1が第2光情報記録媒体の透明基板厚さi2よりも大であるときは、前記②の要因による球面収差はアンダーとなり、同図(b)のように、生じる近軸の色収差、球面収差がオーバーになる作用を持つ-1次回折光を利用することによって収差を少なくすることができる。

【0349】本発明において、+1次回折光を利用した場合、被長がλ1のときの対物レンズ素材の屈折率をn（λ1）、被長がλ2のときの対物レンズ素材の屈折率をn（λ2）としたとき、回折パターンの深さはλ1/n（λ1）-1）ないしλ2/n（λ2）-1）となり、屈折率の比較的小さいプラスチック素材を使ったとしても、2μm以下であるので、上述の従来のホログラム光学素子やホログラム型リソグラフレンズより、回折パターンを一体化した対物レンズの製造が容易である。

【0350】また、請求項327の光ビックアップ装置は、被長λ1の第1の光源と、被長λ2（λ1≠λ2）の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがi1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンのn次光（但し、n≡m）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがi2（i2≠i1）の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、前記対物レンズはプラスチック材料からなり、前記プラスチック材料は温度変化ΔT（℃）があったときの屈折率の変化量をΔnとしたときに、

-0.0002/℃<Δn/ΔT<-0.0005/

(53)

103

℃
の関係を満たし、前記第1の光源は、温度変化ΔT (℃) があったときの発振波長の変化量をΔλ1 (nm) としたときに、
0. 05nm/℃＜Δλ1/ΔT＜0. 5nm/℃
の関係を満たすことを特徴とする。

【0351】請求項327によれば、プラスチックの対物レンズにおける屈折率の温度変化による光ビックアップ装置の特性変動と光源における波長の温度変化による光ビックアップ装置の特性変動とが打ち消しあう方向に作用し、補償効果を得ることができ、温度変動に対して極めて強い光ビックアップ装置を得ることができる。

【0352】また、請求項328の光ビックアップ装置は、波長λ1の第1の光源と、波長λ2 (λ1≠λ2) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次光 (但し、n=m) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt2 (t2≠t1) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、前記波長λ1、λ2及び前記透明基板の厚さt1、t2は、
λ2>λ1
t2>t1

の関係にあり、前記第1の光情報記録媒体を前記第1の光源で記録及び/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1とし、前記波長λ1 (mm) のときの前記対物レンズの焦点距離をf1 (mm) とし、環境温度変化がΔT (℃) あつたときに、第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光される光束の波面収差の3次球面収差成分の変化量をΔWSA3 (λ1rms) としたときに、
0. 2×10⁻⁶/℃＜ΔWSA3・λ1/|f・(NA1) 4・ΔT|＜2. 2×10⁻⁶/℃
の関係を満たすことを特徴とする。

【0353】請求項328によれば、上述の関係式において上限以下であると、環境温度が変化しても光ビックアップ装置としての特性を維持することが容易であり、また下限以上であると、波長だけ変化した場合でも光ビックアップ装置としての特性を維持することが容易である。

【0354】また、請求項329の光ビックアップ装置

104

は、請求項327または328において、前記第1の光源と前記対物レンズの間および前記第2の光源と前記対物レンズの間に少なくとも一つのコーリメータを含み、前記第1の光源から前記対物レンズに入射する光束および前記第2の光源から前記対物レンズに入射する光束が、それぞれ略平行光であることを特徴とする。

【0355】また、請求項330の光ビックアップ装置は、請求項327、328または329において、前記t1が0. 55mmから0. 65mm、前記t2が1. 1mmから1. 3mmであり、前記λ1が630nmから670nmであり、前記λ2が760nmから820nmであることを特徴とする。

【0356】また、請求項331の光ビックアップ装置は、波長λ1の第1の光源と、波長λ2 (λ2≠λ1) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光される対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光 (但し、n=m) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt2 (但し、t2≠t1) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、前記第1及び第2の光源の少なくとも一方の光源から前記対物レンズへ入射する光束の発散度を補正する補正手段を有することを特徴とする。

【0357】請求項331によれば、対物レンズへ入射する光束の発散度を補正することにより、対物レンズを含む光学系全体の3次の球面収差を設計通りに修正することができる。

【0358】また、請求項332の光ビックアップ装置は、請求項331において前記第1の光源と前記対物レンズの間および前記第2の光源と前記対物レンズの間に少なくとも一つのコーリメータを含み、また、請求項333の光ビックアップ装置は、前記補正手段による発散度の補正は、前記第1及び/または第2の光源と前記少なくとも1つのコーリメータとの距離を変えることにより行われることを特徴とする前記補正手段による発散度の補正は、前記第1及び/または第2の光源と前記少なくとも1つのコーリメータとの距離を変えることにより行われることを特徴とする。前記光源と前記コーリメータとの距離を変えることにより前記少なくとも一つの光源から前記対物レンズへ入射する光速の発散度を補正することができる。

105

【0359】また、請求項334の光ビックアップ装置は、波長λ1の第1の光源と、波長λ2 (λ1≠λ2) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次光 (但し、n=m) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さがt2 (t2≠t1) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であって、前記第1の光源及び第2の光源から出力される異なる2つの波長(λ) の光のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内では0. 07λrms以下であることを特徴とする。

【0360】請求項334によれば、第1及び第2の光情報記録媒体の記録および/または再生において各情報記録面及び光検出器上でフレーアがなく、光ビックアップ装置の特性が良好なものとなる。

【0361】また、請求項335の光ビックアップ装置は、請求項258～292、334のいずれか1項に、前記第1の光源と前記第2の光源とがユニット化され、前記光検出器は、前記第1の光源及び前記第2の光源に對し共通であることを特徴とする。

【0362】

【発明の実施の形態】以下、本発明の、特に請求項137～335に係わる好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0363】本発明の第1の実施の形態の光学系は、本的には両面非球面の単玉レンズであり、一方の非球面上には回折輪帯 (輪帯状の回折面) を設けてある。一般に非球面屈折面では、ある主波長光に対して球面収差を補正した場合、主波長より短い波長光に対しては球面収差がアンダー (補正不足) となる。これとは逆に、回折面を有するレンズである回折レンズでは、ある主波長光で球面収差を補正した場合、主波長より短い波長で球面収差をオーバー (補正過剰) とすることが可能である。従って、屈折による非球面レンズの非球面係数と、回折レンズの位相差関数の係数を適当に選んで、屈折パワーと回折パワーとを組み合わせることににより、異なる2波長光の両方で、球面収差を良好に補正することが可能である。

【0364】また、一般に、回折輪帯のピッチは、後述の実施例で詳述する位相差関数しくは光路差関数を使

(54)

106

って定義される。具体的には、位相差関数ΦBは単位をラジアンとして以下の【数1】で表され、光路差関数Φbは単位をmmとして【数2】で表わされる。

【数1】

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_2 i h^2 i$$

【数2】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_2 i h^2 i$$

これら2つの表現方法は、単位が異なるが、回折輪帯のピッチを表わす意味では同等である。即ち、主波長λ (単位mm) に対し、位相差関数の係数Bに、λ/2πを掛ければ光路差関数の係数bに換算でき、また逆に光路差関数の係数bに、2π/λを掛ければ位相差関数の係数Bに換算できる。

【0366】今、説明を簡単にする為、1次回折光を用いる回折レンズについて述べると、光路差関数なら、関数値が主波長λの整数倍を超える毎に輪帯が刻まれ、位相差関数なら、関数値が2πの整数倍を超える毎に輪帯が刻まれることになる。

【0367】例えば、屈折パワーのない円筒状の両平面の物体側面に回折輪帯を刻んだレンズを想定し、主波長を0. 5μ=0. 0005mm、光路差関数の2次係数を(2乗項)を-0. 05 (位相差関数の2次係数に換算すると-628. 3)、他の次数の係数を全て零とすると、第1輪帯の半径はh=0. 1mmであり、第2輪帯の半径はh=0. 141mmということになる。また、この回折レンズの焦点距離fについては、光路差関数の2次係数b2=-0. 05に対して、f=-1/(2・b2)=10mmとなることが知られている。

【0368】今、上記の定義を基にした場合、位相差関数若しくは光路差関数の2次係数を零でない値とすることにより、光軸に近い、いわゆる近軸領域での色収差を補正することができる。また、位相差関数若しくは光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、2波長間での球面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、2波長間で、球面収差の差を極めて小さくすることもできるし、光学的仕様に必要な差を設けることも可能であるということを含む。

【0369】上記の具体的な適用としては、波長の違う2光源からのコーリメート光 (平行光) を同時に対物レンズに入射させ、光ディスク上に結像させるときは、まず、位相差関数若しくは光路差関数の2次係数を使って近軸の軸上色収差を補正するとともに、位相差関数若し

(55)

107

108

くは光路差関数の4次以降の係数を使って球面収差の2波長間での差を許容内になるよう小さくするのがよい。【0370】また、別の例として、波長の違う2光源からの光を一つの対物レンズを使い、一方の波長の光に対しては、 t_1 の厚み(透明基板の厚み)のデイスクに対して収差が補正されるようにし、もう一方の波長の光に対しては、 t_2 の厚みのデイスクに対して収差が補正されるようにする仕様の場合について考えてみる。この場合、主に位相差関数若しくは光路差関数の4次以降の係数を使うことにより、球面収差の2波長間での差を設け、それぞれの厚みに対しては、それぞれの波長で球面収差が補正されるようにすることができ、また、いずれの場合にも屈折面は球面であるよりも非球面であるほうが、2波長間での収差補正をし易い。

【0371】上記の非球面屈折面は、異なる波長に対してはそれぞれ屈折力が異なり、集光点が異なるので、それぞれの集光点をそれぞれ基板厚の異なる光デイスクに対応させることができる。この場合、短い方の光源波長は700nm以下であり、長い方の光源波長は600nm以上であり、その波長差が80nm以上であることが好ましい。また、その波長差が400nm以下であることがより好ましく、更に好ましくは、その波長差が100nm以上200nm以下である、そして、回折面は、異なる2波長光に対し、ほぼその中間の波長で回折効率が最大であることが望ましいが、どちらか一方の波長で最大の回折効率を有するものであってもよい。

【0372】上記球面収差の補正と同一の作用を利用することにより、光学面上に回折輪帯レンズを設け、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同次数の回* $\delta f = f(\theta R - \theta D) / (vR - vD)$ ただし、 θR 、 θD ：それぞれ屈折レンズ、回折面の部分分散比で次式で定まる。
$$\theta R = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$$
$$\theta D = (\lambda x - \lambda z) / (\lambda x - \lambda y)$$
ただし、 n_z ：波長 λz での屈折率

【0380】例として、 $\lambda 0 = \lambda x = 635\text{ nm}$ 、 $\lambda y = 780\text{ nm}$ 、 $\lambda z = 650\text{ nm}$ とし、ベースとなる屈折レンズの硝材をホーヤ社BSC7($v_d = 64.2$)としてみると、 $vR = 134.5$ 、 $vD = -4.38$ 、 $\theta R = 0.128$ 、 $\theta D = 0.103$ となり、 $\delta f = 0.18 \times 10^{-3} f$ となる。

【0381】また、ベースとなる屈折レンズの硝材をホーヤ社E-FD1($v_d = 29.5$)に変えてみると、 $vR = 70.5$ 、 $\theta R = 0.136$ となり、 $\delta f = 0.44 \times 10^{-3} f$ となる。

【0382】このように式(2)においては、右辺分母($vR - vD$)は $|vD|$ が $|vR|$ より十分小さいため、屈折レンズの硝材を変えることによる色収差 δf の変化にとつては、屈折レンズのアップベ数 vR の変化が支配的である。一方、 θR と θD とは波長によつてのみ定

(56)

109

110

*折光により軸上色収差を補正することができる。すなわち、異なる2波長の光源の光に対する軸上色収差を $\pm \lambda / (2NA^2)$ の範囲に補正することができる。ただし、 λ は2波長のうち長いほうの波長、 NA は長いほうの波長に対応する像側開口数とする。

【0373】また、上記異なる2波長の光源の波長差が80nm以上であり、対物レンズの硝材のアップベ数を v_d としたとき、 $v_d > 50$ ・・・(1)

を満足することが望ましい。上記条件(1)は、異なる2波長の光源に対して軸上色収差を補正した場合に、2次スベクトルを小さくするための条件である。

【0374】次に、薄肉単玉レンズの一方の面に回折面が設けられている場合に、単玉レンズ全体を、回折レリニアを外したベースとなる屈折レンズと回折面との合成と考えてこの合成レンズの色収差について換算する。ある波長 λx と波長 λy ($\lambda x < \lambda y$) とでの色消し条件は次式となる。
$$fR \cdot vR + fD \cdot vD = 0$$

【0375】 $fR \cdot vR + fD \cdot vD = 0$ ただし、 fR 、 fD ：それぞれ屈折レンズ、回折面の焦点距離

vR 、 vD ：それぞれ屈折レンズ、回折面のアップベ数で、次式で定まる。
$$vR = (n_0 - 1) / (n_x - n_y)$$
$$vD = \lambda 0 / (\lambda x - \lambda y)$$

【0376】ただし、 n_0 ：基準波長での屈折率、 $\lambda 0$ ：基準波長

【0377】このとき、ある波長 λz に対する色収差 δf は次式となる。
$$\dots (2)$$

まり、右辺分子($\theta R - \theta D$)は、その変化の符号が右辺分母($vR - vD$)に比べて小さい。

【0383】上記により、回折面を有するレンズにおいては、2次スベクトル δf を小さく抑えるには、屈折レンズの材料としてアップベ数の大きい材料を選ぶことが有効であることがわかる。条件式(1)は光源の波長変化などに対応できるよう、2次スベクトルを抑えるのに有効な限界を示す。

【0384】また、回折面を使用せずに、2種類の材料の屈折レンズを貼合わせて色消しを行う場合は、それぞれの材料について、 $\theta R = a + b \cdot vR + \Delta \theta R$

(a 、 b は定数)と表したとき、 $\Delta \theta R$ は小さく、異常分散性が無いならば2次スベクトル δf は2つの屈折レンズのアップベ数 vR にはよらない。したがって、式(1)は回折光学系に特有の条件であることがわかる。

【0385】本実施の形態の回折レンズを簡易に製造するためには、対物レンズをプラスチック材料で構成することが望ましい。条件式(1)を満たすプラスチック材料としては、アクリル系、ポリオレフィン系が用いられるが、耐湿性、耐熱性などから、ポリオレフィン系が好

(56)

109

110

まい。【0386】次に、本発明の第2の実施の形態の対物レンズおよびこれを備えた光ビックアップ装置の構成を具体的に説明する。

【0387】図48に、本実施の形態の光ビックアップ装置の概略構成図を示す。光ビックアップ装置により情報記録および/または再生する光情報記録媒体である光デイスク20は、透明基板の厚さ t_1 の第1光デイスク(例えばDVD)及び第2光デイスク(例えば青色レーザ使用次世代高密度光デイスク)と、 t_1 とは異なる透明基板の厚さ t_2 を有する第3光デイスク(例えばCD)の3種であるとして説明する。ここでは、透明基板の厚さ $t_1 = 0.6\text{ mm}$ 、 $t_2 = 1.2\text{ mm}$ である。

【0388】図示の光ビックアップ装置は、光源として第1光源である第1半導体レーザ11(波長 $\lambda_1 = 610\text{ nm} \sim 670\text{ nm}$)と、第2光源である青色レーザ12(波長 $\lambda_2 = 400\text{ nm} \sim 440\text{ nm}$)と、第3光源である第2半導体レーザ13(波長 $\lambda_3 = 740\text{ nm} \sim 870\text{ nm}$)とを有しているとともに、光学系の一部として対物レンズ1を有している。第1光源、第2光源及び第3光源は、情報を記録および/または再生する光デイスクに依りて選択使用される。

【0389】第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射された発散光束は、ビームスプリッタ19および絞り3を介し、光デイスク20の透明基板21を透過して、対物レンズ1によってそれぞれの情報記録面22上に集光され、スポットを形成する。

【0390】各レーザからの入射光は、情報記録面22上の情報ビットによって変調された反射光となり、ビームスプリッタ18、トーリックレンズ29を介して共通の光検出器30に入射し、その出力信号を用いて、光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合焦検出信号やトラック検出信号が得られる。

【0391】また、光路内に設けられている絞り3は、この例においては固定の開口数($NA0.65$)を有する絞りであり、余分な機構を必要とせず、低コスト化を実現できるものである。なお、第3光デイスクの記録および/または再生時には不要光($NA0.45$ 以上)を除き得るように、絞り3の開口数を可変としてもよい。

【0392】対物レンズ1の光学面に実使用開口の外側の一部の光束を遮截するように輪帯状のフィルタを一体化に形成することで、実使用開口の外側のフレア光を安価な構成で容易に除去することも可能である。

【0393】本実施の形態のように有限共役型の光学系を用いる場合には、集光性能を維持するため、光源と集光光学系との関係を一定に保つ必要があり、合焦やトラッキングのための移動は、光源11、12、13と対物レンズ1とを1つのユニットとして行うことが望まし

い。【0394】次に、本発明の第3の実施の形態の対物レンズおよびこれを含む光ビックアップ装置の構成を具体的に説明する。

【0395】図49に、本実施の形態の光ビックアップ装置の概略構成図を示す。図49の光ビックアップ装置はレーザー、光検出器およびホログラムをユニット化したレーザ/検出器集積ユニット40を用いた例であり、図48と同じ構成要素は同じ符号で示す。この光ビックアップ装置においては、第1半導体レーザ11、青色レーザ12、第1の光検出手段31、第2の光検出手段32、ホログラムビームスプリッタ23がレーザ/検出器集積ユニット40としてユニット化されている。

【0396】第1光デイスクを再生する合、第1半導体レーザ11から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ23を透過し、絞り3によって絞られ、対物レンズ1により第1光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ1、絞り3を介してホログラムビームスプリッタ23のデイスク側の面で回折され、第1半導体レーザ11に対応した第1の光検出器31上へ入射する。そして、第1の光検出器31の出力信号を用いて、第1光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合焦検出信号やトラック検出信号が得られる。

【0397】第2光デイスクを再生する合、青色レーザ12から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ23のレーザ側の面で回折され、上記の第1半導体レーザ11からの光束と同じ光路を取る。すなわち、このホログラムビームスプリッタ23の半導体レーザ側の面は、光合成手段としての機能を果たす。さらに絞り3、対物レンズ1を介して第2光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ1、絞り3を介して、ホログラムビームスプリッタ23のデイスク側の面で回折されて青色レーザ12対応した第2の光検出器32上へ入射する。そして、第2の光検出器32の出力信号を用いて、第2光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合焦検出信号やトラック検出信号が得られる。

【0398】さらに、第3光デイスクを再生する場合、第2半導体レーザ13、第3の光検出手段33、およびホログラムビームスプリッタ24がユニット化されたレーザ/検出器集積ユニット41が使用される。第2半導体レーザ13から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ24を透過し、出射光の合成手段であるビームスプリッタ19で反射し、絞り3によって絞られ、対物レンズ1により光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び

(57)

111

対物レンズ1、絞り3、ビームスプリッタ19を介してホログラムビームスプリッタ24で回折されて第3の光検出器33上へ入射する。そして、第3の光検出機33の出力信号を用いて、第3光ディスク20に記録された情報の読み取り信号、合焦検出信号やトラック検出信号が得られる。

【0399】第2および第3の実施の形態の光ピックアップ装置においては、対物レンズ1の非球面屈折面に光軸4と同心の輪帯状回折面が構成されている。一般に非球面屈折面だけで対物レンズを構成すると、ある波長 λ_a に対しては球面収差を補正した場合、 λ_a よりも短い波長 λ_b に対しては球面収差がアンダーとなる。一方回折面を使用すると、ある波長 λ_a に対しては球面収差を補正した場合、 λ_a よりも短い波長 λ_b に対しては球面収差がアンダーとなる。一方回折面と、回折面の位相差関数の係数を適当に選んで、屈折パワーと回折パワーとを組み合わせることにより、異なる波長間での球面収差を補正することが可能となる。また、非球面屈折面では、波長が異なると屈折力も変化した、集光位置も異なる。よって、非球面屈折面を適当に設計すること、異なる波長に対しては各透明基板21の情

報記録面22に集光させることができる。【0400】また、第2および第3の実施の形態の対物レンズ1では、非球面屈折面と輪帯状回折面の位相差関数を適当に設計することで、第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射した各光束に対して、光ディスク20の透明基板21厚さの違いにより発生する球面収差を補正している。さらに、輪帯状回折面において、輪帯の位置を表す位相差関数が、冪級数の4乗以降の項の係数を用いると球面収差の色収差を補正することが可能となる。なお、第3光ディスク(CD)については実用上の開口はNA0.45であり、第3光ディスクではNA0.45以内で球面収差を補正し、NA0.45より外側の領域の球面収差をフレアとしている。これらの補正により各光ディスク20に対して、情報記録面22上の集光スポットの収差が回折限界(0.07 λ_{rms})とほぼ同程度あるいはそれ以下になっている。

【0401】上記のような第2および第3の実施の形態のピックアップ装置は、例えばCD、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM、DVD、DVD-R、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、MD等の、任意の異なる2つまたはそれ以上の複数の光情報記録媒体に対して、コンパチブルなプレーヤ、またはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等、の音声および/または画像の記録、および/または、音声および/または画像の再生装置に搭載することができる。

【0402】次に、本発明の第4の実施の形態の対物レンズおよびこれを含むピックアップ装置の構成を具体

112

的に説明する。【0403】図67は本実施の形態の光ピックアップ装置10の概略構成図である。図67においては、第2および第3の実施の形態と共通の部材については同じ符号を用いることがある。図67において光ピックアップ装置10は、光情報記録媒体である複数の光ディスク20を記録/再生するものである。以下、この複数の光ディスク20は、透明基板の厚さt1の第1光ディスク(DVD)および第2光ディスク(青色レーザ使用世代高密度光ディスク)と、t1とは異なる透明基板の厚さt2を有する第3光ディスク(CD)として説明する。ここでは、透明基板の厚さt1=0.6mm、t2=1.2mmである。

【0404】光ピックアップ装置10は、光源として第1光源である第1半導体レーザ11(波長 $\lambda_1=610nm\sim670nm$)と第2光源である青色レーザ12(波長 $\lambda_2=400nm\sim440nm$)及び第3光源である第2半導体レーザ13(波長 $\lambda_3=740nm\sim870nm$)とを有している。これら第1光源、第2光源及び第3光源は、記録/再生する光ディスクに応じて排他的に使用される。

【0405】集光光学系5は、第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射された光束を、光ディスク20の透明基板21を介して、それぞれの情報記録面22上に集光させ、スポットを形成する手段である。本実施の形態では、集光光学系5として、光源から出射された光束を平行光(略平行でよい)に変換するコリメータレンズ2と、コリメータレンズ2によって平行光とされた光束を集光させる対物レンズ1とを有している。

【0406】対物レンズ1の両面には、光軸4と同心の輪帯状回折面が構成されている。一般に非球面屈折面だけで集光光学系5を構成すると、ある波長 λ_a に対しては球面収差を補正した場合、 λ_a よりも短い波長 λ_b に対しては球面収差がアンダーとなる。一方、回折面を使用すると、ある波長 λ_a に対しては球面収差を補正した場合、 λ_a よりも短い波長 λ_b に対しては球面収差がオーバーとなる。従って、屈折面による非球面光学設計と、回折面の位相差関数の係数を適当に選んで、屈折パワーと回折パワーとを組み合わせることにより、異なる波長間での球面収差を補正することが可能となる。また非球面屈折面では、波長が異なると屈折力も変化した集光位置も異なる。よって、非球面屈折面を適当に設計すること、異なる波長に対しては各透明基板の情報記録面22に集光させることができる。

【0407】上記の輪帯状回折面では、第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射した各光束に対して1次回折光を利用して収差補正を行っている。同次數の回折光を対応させると、異なる次數の回折光を対応させる場合に比べて光量損出が

113

少なく、さらに、高次の回折光を対応させるよりも、1次回折光を用いると光量損出が少ない。したがって、本実施の形態の対物レンズ1は、DVD-RAMなどの高密度な情報を記録する光ディスクに情報を記録する光ピックアップ装置において有効となる。また、回折面は、異なる3つの波長光に対し、その中間の波長で回折効率

が最大であることが望ましいが、両端の波長で最大の回折効率を有するものであってもよい。

【0408】また、非球面屈折面と輪帯状回折面の位相差関数とを適当に設計することで、第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射した各光束に対して、光ディスク20の透明基板21厚さの違いにより発生する球面収差を補正している。さらに、対物レンズ1に形成された輪帯の位置を表す位相差関数において、冪級数の4乗以降の項の係数を用いると球面収差の色収差を補正することが可能となる。なお、第3光ディスク(CD)については実用上の開口はNA0.45であり、NA0.45以内で球面収差を補正し、NA0.45より外側の領域の球面収差をフレアとしている。NA0.45以内の領域を通過する光束が情報記録面で光スポットを形成し、NA0.45の外側を通るフレア光は、悪影響を与えないように情報記録面で光スポットから間隔を隔てたところを通る。これらの補正により各光ディスク20に対して、情報記録面22上の集光スポットの収差が回折限界(0.07 λ_{rms})とほぼ同程度あるいはそれ以下になっている。【0409】本実施の形態では、光路内に設けられた絞り3は固定の開口数(NA0.65)を有しており、余分な機構を必要とせず、低コスト化を実現できるものである。なお、第3光ディスクの記録/再生時には不要光(NA0.45以上)を除去できるように、絞り3の開口数を可変としてもよい。また、ビームスプリッタ6、7は、各レーザ光の光軸を合わせるためのものである。光検出器(図示せず)は、周知のように、各光源ごとにそれぞれ設けても良く、1つの光検出器で3つの光源1、12、13に対応する反射光を受光するようにしても良い。【0410】次に、本発明の第5の実施の形態の対物レンズについて説明する。【0411】本実施の形態では、対物レンズの輪帯状回折面において、輪帯の位置を表す位相差関数が冪級数の2乗の項の係数を用いる点のみにいて、上述した第4の実施の形態の対物レンズと異なっており、これによって軸上色収差をも補正することが可能となっている。また、本実施の形態の対物レンズによると、第4の実施の形態と同様に各光ディスク20に対して、情報記録面22上の集光スポットの収差が回折限界(0.07 λ_{rms})とほぼ同程度あるいはそれ以下となっている。【0412】次に、本発明の第6の実施の形態の光ピックアップ装置について説明する。

(58)

114

【0413】本実施の形態の光ピックアップ装置では、第1光ディスク(例えばDVD)と第2光ディスク(例えば、青色レーザ使用世代高密度光ディスク)に対しては、光源から射出された光束をカップリングレンズによって平行光とし、第3光ディスク(例えばCD)に対しては、光源から射出された光束をカップリングレンズによって発散光とし、それぞれ対物レンズによって集光させる。第1および第2光ディスクの透明基板21の厚さは0.6mmであり、第3光ディスクの透明基板21の厚さは1.2mmである。

【0414】本実施の形態では、第1光ディスクと第2光ディスクとの両方の球面収差を回折面の効果により回折限界以内に補正し、また、第3光ディスクに対しては第1および第2光ディスクよりディスク厚が大きいことによって生じる球面収差を主として対物レンズに発散光束が入射することによって生じる球面収差によって打ち消し、第3光ディスクの記録/再生に必要な所定の開口数NA、例えばNA0.5或いはNA0.45以下における球面収差を回折限界以内に補正するようにしている。

【0415】従って、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1<\lambda_2<\lambda_3$)の各波長に対応する光情報記録媒体に対して、記録/再生を行うのに必要な所定の開口数をNA1、NA2、NA3とすると、それぞれの波長に対して、NA1の範囲で波面収差のRMSを0.07 λ_1 以下、NA2の範囲で0.07 λ_2 以下、NA3の範囲で0.07 λ_3 以下に補正することができる。

【0416】また、第3光ディスクに対しては、所定の開口数NAよりも大きい開口数NAの光束によってビームスポット径が小さくなり過ぎることは好ましくない。そのため、第4の実施の形態と同様に必要な開口数よりも大きな開口数では球面収差をフレアとすることが好ましい。

【0417】上記のような異なる波長光の3光源を有する第4～第6の実施の形態の光ピックアップ装置は、例えばCD、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM、DVD、DVD-R、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、MD等の、任意の異なる2つ以上の複数の光情報記録媒体に対して、コンパチブルなプレーヤ、またはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等、の音声および/または画像の記録、および/または、音声および/または画像の再生装置に搭載することができる。

【0418】【実施例】以下、本発明の対物レンズについての実施例について説明する。

(実施例1～8)

【0419】実施例1～8の対物レンズは、第1の実施の形態に係る対物レンズの具体例であり、次の【数3】

59

(61)

119

A6 = -0.00076528 A8 = -0.020858
A8 = -8.84957×10⁻⁵ A8 = 0.0079732
A10 = -3.49803×10⁻⁵ A10 = -0.0018713
A12 = -2.38916×10⁻⁶ A12 = 0.00022504

【0442】

回折面係数

B2 = 0.0
B4 = -6.7169
B6 = 2.0791
B8 = -0.31970
B10 = 0.00016708

【0443】実施例3 * * 【0444】

光源波長λ1=405nmのとき

焦点距離 f1=3.31 開口数NA1=0.60 無限仕様

【0445】

光源波長λ2=635nmのとき

焦点距離 f2=3.34 開口数NA2=0.60 無限仕様

【0446】本実施例は、λ1の光束において+1次回 ※して多く発生させる。
折光を他の次数の回折光に比して多く発生させ、λ2の 【0447】

光束においても、+1次回折光を他の次数の回折光に比※ 【表3】

面No.	R	d ₁	d ₂	n ₁	n ₂	v _d	n _d
1 (非球面1・回折面)	2.300	2.2	2.2	1.55682	1.58139	56	1.5404
2 (非球面2)	-7.539	1.0	1.0				
3 }カバードガラス	∞	0.6	0.6	1.62230	1.58139	30	1.585
4 }	∞						

(番号1はλ₁=405nmのとき、2はλ₂=635nmのとき、v_d、n_dはd線に對するものを示す。)

非球面係数

30

非球面2

κ = -0.19029 κ = 6.4430
A4 = 0.00030538 A4 = 0.037045
A6 = -0.0010619 A6 = -0.021474
A8 = -7.5747×10⁻⁵ A8 = 0.0078175
A10 = -6.7599×10⁻⁵ A10 = -0.0016064
A12 = -3.3788×10⁻⁶ A12 = 0.00014332

【0448】

回折面係数

40

B2 = -96.766
B4 = -2.9950
B6 = -0.25560
B8 = -0.08789
B10 = 0.014562

【0449】(実施例4、実施例5)

【0450】次に、色収差補正を行った実施例4、実施例5について説明する。図19に、実施例4の対物レンズである回折光学レンズの光路図をそれぞれ示す。また、図22に、実施例5の回折光学レンズについてのλ=635nm、650nmおよび780nmに対する開口数0.50までの球面収差図をそれぞれ示す。

(62)

121

【0451】図20および図22から分かるように、実施例4、5の回折光学レンズによると、波長λ=635nm、波長λ=780nmに対しては、ほぼ完全に色によるずれは補正され、波長λ=650nmに対しても、実用上全く問題はない程度に補正されている。 *

光源波長λ1=635nmのとき

焦点距離 f1=3.40 開口数NA1=0.50 無限仕様

【0455】

光源波長λ2=780nmのとき

焦点距離 f2=3.41 開口数NA2=0.50 無限仕様

【0456】本実施例は、λ1の光束において+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させ、λ2の光束においても、+1次回折光を他の次数の回折光に比※ 【表4】

面No.	R	d ₁	d ₂	n ₁	n ₂	v _d	n _d
1 (非球面1・回折面)	2.442	1.90	1.90	1.5417	1.5373	56	1.5431
2 (非球面2)	-5.990	1.68	1.68				
3 }カバードガラス	∞	1.20	1.20	1.5790	1.5708	30	1.5830
4 }	∞						

(番号1はλ₁=635nmのとき、2はλ₂=780nmのとき、v_d、n_dはd線に對するものを示す。)

非球面係数

非球面1

非球面2

κ = -0.53245 κ = 7.3988
A4 = 0.24033×10⁻² A4 = 0.90408×10⁻²
A6 = -0.91472×10⁻³ A6 = -0.18704×10⁻²
A8 = 0.15590×10⁻⁴ A8 = -0.47368×10⁻³
A10 = -0.11131×10⁻³ A10 = 0.16891×10⁻³

【0458】

回折面係数

b2 = -0.36764×10⁻²
b4 = -0.91727×10⁻⁴
b6 = -0.34903×10⁻⁴
b8 = 0.77485×10⁻⁵
b10 = -0.15750×10⁻⁵

【0459】実施例5

光源波長λ1=635nmのとき

焦点距離 f1=3.40 開口数NA1=0.50 無限仕様

【0461】

光源波長λ2=780nmのとき

焦点距離 f2=3.40 開口数NA2=0.50 無限仕様

【0462】本実施例は、λ1の光束において+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させ、λ2の光束においても、+1次回折光を他の次数の回折光に比 【表5】

(63)

123		124					
面No.	R	d ₁	d ₂	m ₁	m ₂	ψ d	n d
1 (非球面1)	2.160	1.80	1.80	1.5417	1.5373	56	1.5438
2 (非球面2・回折面)	-11.611	1.64	1.64				
3 カバーガラス	∞	1.20	1.20	1.5130	1.5104	30	1.5836
4	∞						

(添字1はλ₁=633nmのとき、2はλ₂=780nmのとき、ψ d、n dはd軸に対するものを示す。)

非球面係数		10	
非球面1		非球面2	
κ	= -0.17006	κ	= -40.782
A ₄	= -0.30563×10 ⁻²	A ₄	= 0.73447×10 ⁻²
A ₆	= -0.45199×10 ⁻³	A ₆	= 0.85177×10 ⁻³
A ₈	= 0.58811×10 ⁻⁵	A ₈	= -0.82795×10 ⁻³
A ₁₀	= -0.13002×10 ⁻⁴	A ₁₀	= 0.23029×10 ⁻³

[0464]	
回折面係数	
b ₂	= -0.74461×10 ⁻²
b ₄	= 0.11193×10 ⁻²
b ₆	= -0.85257×10 ⁻³
b ₈	= 0.50517×10 ⁻³
b ₁₀	= -0.11242×10 ⁻³

[0465] (実施例6〜8)

[0466] 次に、実施例6〜8について説明する。図23、図30および図37に、実施例6〜8の対物レンズである回折光学レンズのλ=650nmに対する光路図をそれぞれ示す。また、図24、図31および図38に、実施例6〜8の回折光学レンズのλ=780nm (NA=0.5) に対する光路図をそれぞれ示す。また、図25、図32および図39に、実施例6〜8の回折光学レンズについてのλ=650±10nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図26、図33および図40に、実施例6〜8の回折光学レンズについてのλ=780±10nmに対する開口数0.50までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図27、図34および図41に、実施例6〜8の回折光学レンズについてのλ=780nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。

[0467] また、図28、図35および図42に、実施例6〜8の回折光学レンズについてのλ=650nm

に対する波面収差rms図をそれぞれ示す。また、図29、図36および図43に、実施例6〜8の回折光学

レンズについてのλ=780nmに対する波面収差rms

光源波長λ=650nmのとき	焦点距離f=3.33
光源波長λ=780nmのとき	焦点距離f=3.37
仕線	仕線

(64)

125		126	
w (780nmの光束の結像面での13.5%強度のビーム径)=1.20μm			
【0473】本実施例は、図44に見るように、λ1の光束においても、λ2の光束においても、光軸からの高さがある程度のおよそ半分以下の中心部では、−1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させ、光軸からの高さが有効径のおよそ半分以上の周辺部では、+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させる。ただし、本実施例において、輪帯ビッチを整数倍して、±1次回折光ではなく、高次の同次回折光を発生させるようにしてもよい。		【0474】また、本実施例において、図27に示されるように、第2の光情報記録媒体では、NA1=0.6のとき、球面収差は+29μmであり、NA2=0.5のとき、球面収差は+1μmである。また、本実施例において、開口数(NA)0.4における回折部のビッチは14μmである。	
		【0475】	
		【表6】	

面No.	R	d	n(λ=650nm)	n(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	0.0	0.0		
2 (非球面1・回折面)	Infinity	2.2	1.54113	1.53728
3 (非球面2)	2.057515	1.0287		
4	-7.8997731	d4	1.57789	1.57079
5	Infinity	d5		
IMA	Infinity			

	d4	d5
λ=650nmのとき	0.6	0.7500
λ=780nmのとき	1.2	0.35

非球面係数	
非球面1	
κ	= -1.07952
A ₄	= 0.51919725×10 ⁻²
A ₆	= 0.10988861×10 ⁻³
A ₈	= -0.44386519×10 ⁻³
A ₁₀	= 5.4053137×10 ⁻⁵

非球面2	
κ	= -3.452929
A ₄	= 0.15591292×10 ⁻¹
A ₆	= -0.44528738×10 ⁻²
A ₈	= 0.65423404×10 ⁻³
A ₁₀	= -4.7679992×10 ⁻⁵

[0476]

回折面係数	
B ₂	= 29.443104
B ₄	= -14.403683
B ₆	= 3.9425951
B ₈	= -2.1471955
B ₁₀	= 0.31859248

光源波長λ=650nmのとき	※ ※ [0478]
光源波長λ=780nmのとき	
焦点距離f=3.33	像側開口数NA=0.60
仕線	仕線

光源波長λ=780nmのとき	焦点距離f=3.37
仕線	仕線
【0480】本実施例は、図45に見るように、λ1の光束においても、λ2の光束においても、全面的に、+	像側開口数NA=0.50 (NA=0.60)
	有限

(67)

131

いても、実施例6には及ばないものの、30℃の温度変化で、波面収差の劣化は0.035λrms程度であり、実用上十分な温度補償ができています。

【0493】上述の温度変化の補償効果について更に説明する。波長の異なる2つの光源により、透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する場合において、回折パターンを有する対物レンズを用いることにより、それぞれの光ダイスクの情報記録面に必要とされる開口数ないしそれ以上の開口数においても波面収差のrms値がそれぞれの波長の0.07以下とすることができると、専用の対物レンズと同等の結像特性を得ることができる。低価格でコンパクトな光ビツクアツプ装置とするために、光源には半導体レーザーが用いられ、対物レンズにはガラスチツクレンズが用いられることが多い。

【0494】レンズ用のガラスチツク材料には種々のものであるが、屈折率の温度変化や熱膨張係数がガラスに比べて大きい、特に、屈折率の温度変化がレンズの諸特性に影響を及ぼす。25℃近傍の屈折率の温度変化としては、光ビツクアツプの光学素子として用いられるガラスチツク材料では、-0.0002/℃ないし-0.0005/℃である。さらに、低屈折折材料は-0.0001/℃のものが多い。また、レンズ用の熱膨化性プラスチックはさらに温度変化に対して屈折率の変化が大きく、上記範囲を外れるものもある。

【0495】半導体レーザーに関しても、現在の技術で製作されるものについては、発振波長に温度依存性があり、25℃近傍の発振波長の温度変化は、0.05nm/℃ないし0.5nm/℃である。

ΔWSA3=k・(NA)4・f・ΔT/λ

ここで、kは対物レンズの種類に依存する量である。ちなみに、ガラスチツク製の両面半球面对物レンズで、焦点距離3.36mm、光情報媒体側の開口数が0.6で入射光束が平行光の場合に最適化されているものが、MOC/GRIN 97 Technical Digest C5 p40-p43、"The Temperature characteristics of a new optical system with quasi-finite conjugate plastic objective for high density optical disk use"に記載されているが、この文献の中のグラフから、30℃の温度変化でWSA3が0.045λrmsだけ変化しており、DVD用途であることから、波長は、λ=650nmと考えられる。以上のデータを式(a1)に代入すると、k=2.2×10⁻⁶が得られる。また、温度変化による波長変化の影響に関しては記載がないが、発振波長の温度変化が小さい場合、回折を使用しない対物レンズについては、温度による屈折率変化の影響のほうが大きい。

【0498】DVDについて記録及び/または再生する光ビツクアツプ装置に関しては、kが上記値以下である※であるから、

(67)

132

* 【0496】光情報記録媒体の情報を再生または光情報記録媒体に情報を記録するための光束の波面収差が温度により変化したrms値が波長の0.07以上となると光ビツクアツプ装置としての特性を維持することが困難であり、特に、より高密度の光情報媒体において波面収差の温度変化について留意する必要がある。ガラスチツクレンズの温度変化による波面収差の変化では焦点ズレと球面収差の変化の両方が起こっているが、前者は光ビツクアツプ装置において焦点制御を行うので、後者が重要である。ここで、ガラスチツク材料は温度変化ΔT(℃)があったときの屈折率の変化量をΔnとしたときには、

-0.0002/℃＜Δn/ΔT＜-0.0005/℃

の関係を満たし、半導体レーザーは、温度変化ΔTがあったときの発振波長の変化量をΔλ1としたときに、0.05nm/℃＜Δλ1/ΔT＜0.5nm/℃の関係を満たすと、ガラスチツクレンズの屈折率の温度変化による波面収差の変動と、半導体レーザー光源の波長の温度変化とによる波面収差の変動とが打ち消しあう方向に作用し、補償効果を得ることができる。

【0497】また、環境温度変化がΔT(℃)あったときに、波面収差の3次の球面収差成分の変化量をΔWSA3(λrms)とすると、これは対物レンズを通過する光束の対物レンズの光情報媒体側の開口数(NA)の4乗に比例し、ガラスチツクレンズの焦点距離f(mm)に比例し、波面収差を波長単位で評価しているので光源の波長λ(mm)に反比例する。したがって、次式が成立する。

(a1)

※ここが必要となる。透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する場合に、回折パターンを有する対物レンズにおいて、温度変化による波長変化の影響も無視することはできなくなる。特にkに關し、焦点距離、ガラスチツク材料の屈折率の温度変化、透明基板の厚さの差、二つの光源の発振波長の差等によりkの値は異なるが、実施例6においては、半導体レーザーの波長の温度変化による要因とガラスチツクレンズの屈折率の温度変化による要因とが補償効果を起こし、対物レンズがガラスチツクレンズであっても温度変化による波面収差の変化は少なくシミュレーションによると、

k=2.2×10⁻⁶/℃、k=0.4×10⁻⁶/℃

【0499】kとしては、0.3＜k＜2.2の範囲を取ることができる。したがって、式(a1)より、

k=ΔWSA3・λ/(f・(NA)4・ΔT(NA)) (a2)

(68)

133

0.3×10⁻⁶/℃＜ΔWSA3・λ/(f・(NA)4・ΔT)＜2.2×10⁻⁶/℃

となる。式(a3)において、kの値が上限を越えると、温度変化により光ビツクアツプ装置としての特性を維持することが困難となり易く、また、下限を越えると、温度変化に対しての変動は少ないが、波長だけが変化した場合において光ビツクアツプ装置としての特性を維持することが困難となり易い。

【0501】また、実施例8においては、実施例6と比較して、一方の波長、即ち、780nmの波長の性能を許容範囲内でやや悪くすることにより、もう一方の波長、即ち、650nmの波長近傍±10nmでの球面収差変動を小さくすることができる。実施例6においては、波長640nm若しくは660nmでの波面収差は0.035λrms程度であるが、実施例8においては、波長640nm若しくは660nmでの波面収差は0.020λrms程度に向上させることができる。この二つの要因はトレードオフの関係があるが、バリエーションを保持することが重要であり、0.07λrmsを超えると、レンズ性能が悪化し、光ダイスク用光学系として用いることは困難となってくる。

【0502】次に、実施例6に基づいて、波長変化に対する、パーズナル光線の球面収差の変化量と軸上色収差の変化量との関係について説明する。実施例6のように透明基板の厚さが薄い方の情報記録媒体には短い方の波長の光束を使用し、透明基板の厚さが厚い方の情報記録媒体には長い方の波長の光束を使用する一つの光ビツクアツプ装置で、それら光束に使用される対物レンズでは、回折面の作用によって、或る波長に対して波長が長くなった場合に球面収差をアソダー側に変位させることで、透明基板厚の差によって生じる球面収差を補正することができる。

【0503】この対物レンズにおいて、少なくとも一方の光源の使用波長の微小な変化に対する、パーズナル光線の球面収差の変化量と軸上色収差の変化量とを、それぞれΔSA、ΔCAとすれば、

-1＜ΔSA/ΔCA＜-0.2

を満たすことが望ましい。この式は使用波長が変化した時の、パーズナル光線の球面収差の変化量と軸上色収差の変化量との比を示し、この条件式の下限を上回ること

で、回折輪帯の間隔を大きくでき、回折効率の高い回折面が製造し易く、条件式の上限を下回ること、回折面が負で大きな屈折力を持つことを抑制でき、また軸上色収差の波長変化が過大にならず、モードホップ等の波長変化に対して焦点位置の変動を抑えることができる。なお、波長の微小な変化とは、10nm以下程度の变化を意味する。実施例6では図25に見るように、波長650nmにおいてΔSA/ΔCAの値は-0.7である。

【0504】ここで、回折パワーとレンズ形状との関係

134

(a3)

について説明する。図47に、回折パワーとレンズ形状との関係を模式的に示す。図47(a)は回折パワーがすべての部分で正のレンズ形状を示す図であり、図47(b)は回折パワーがすべての部分で負のレンズ形状を示す図である。実施例6のレンズは、図47(c)に示すように、回折パワーが光軸付近では負のパワーであり、途中で正のパワーに切り替わるように設計されている。これにより、回折輪帯のピッチが細かくなりすぎないようにすることができる。また、実施例8のように、レンズの周辺部付近で回折パワーが、正のパワーから負のパワーに切り替わるように設計することにより、2波長間で、良好な収差を得ることもできる。図47(d)のように、例えば、回折パワーが光軸付近では正のパワーであり、途中で負のパワーに切り替わるようにできる。

【0505】図47(c)では、回折面はプレーズ化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置している。また、図47(d)では、回折面はプレーズ化された複数の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置している。

【0506】(実施例9、10)

【0507】実施例9、10の対物レンズは、上述した(数3)で表される半球面形状を屈折面に有しており、実施例9は2光源対応の有限共役型、実施例10は、第2の実施の形態に係る対物レンズの具体例であり、3光源対応の有限共役型である。また、実施例9、10では回折面が単位をラジアンとした位相差関数φ8として上述の(数1)で表される。

【0508】図50および図51に、実施例9の対物レンズのλ=650nmおよびλ=780nmにおける光路図を示す。また、図52に、実施例9の対物レンズについてのλ=650nmに対する開口数0.60までの球面収差図を示す。また、図53および図54に、実施例9の対物レンズについての波長λ=780nmに対する開口数0.45および0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図55、図56に、実施例9の対物レンズについてのλ=650nmおよび波長λ=780nmに対する波面収差図をそれぞれ示す。

【0509】図57～図59に、実施例10の対物レンズのλ=650nm、λ=400nmおよびλ=780nmにおける光路図を示す。また、図60、図61に、実施例10の対物レンズについてのλ=650nmおよびλ=400nmに対する開口数0.65までの球面収

(69)

135

差図を示す。また、図62および図63に、実施例10の対物レンズについての波長λ＝780nmに対する開口数0.45および0.65までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図64～図66に、実施例10の対物レンズについてのλ＝650nm、λ＝400nmおよび波長λ＝780nmに対する波面収差図をそれぞれ示す。

【0510】実施例9、10の対物レンズによると、何れの実施例でも、780nm波長光に対しては、実使用上のNA0.45を超える光束では大きな球面収差を生じ、フレアとして情報の記載および／または再生には奇*

実施例9

f＝3.33 像側 NA 0.60 倍率 -0.194 (波長λ＝650nmのとき)
f＝3.35 像側 NA 0.45(NA 0.60) 倍率 -0.195 (波長λ＝780nmのとき)

※ ※ 【表9】

面No.	r	d	$n(\lambda=650nm)$	$n(\lambda=780nm)$	$n(\lambda=780nm)$
光順	∞	20.0			
絞り	∞	0.0			
2(非球面1・回折面)	2.320745	2.2	1.53771	1.53388	1.5404 56.0
3(非球面2)	-5.175275	1.7467			
4	∞	44	1.54030	1.57346	1.585 29.9
5	∞	45			
像点	∞				

【0513】

	44	45
λ＝650nmのとき	0.6	0.7500
λ＝780nmのとき	1.2	0.1364

非球面1 κ＝-0.1295292 回折面1 B2＝0
A4＝-0.0045445263 B4＝-7.6489594
A6＝-0.0011967305 B6＝0.9933123
A8＝-0.00011777995 B8＝-0.28305522
A10＝-5.3843777×10⁻⁵ B10＝0.011289605
A12＝-9.0807729×10⁻⁶

【0514】

非球面2 κ＝-5.161871
A4＝0.019003845
A6＝-0.010002187
A8＝0.004087239
A10＝-0.00085994626
A12＝7.5491556×10⁻⁵

【0515】

実施例10

f＝3.31 像側 NA 0.65 倍率 -0.203 (波長λ＝650nmのとき)
f＝3.14 像側 NA 0.65 倍率 -0.190 (波長λ＝400nmのとき)
f＝3.34 像側 NA 0.45(NA 0.65) 倍率 -0.205 (波長λ＝780nmのとき)

【表10】

【0516】

(70)

137

面No.	r	d	$n(\lambda=650nm)$	$n(\lambda=400nm)$	$n(\lambda=780nm)$
光順	∞	30.0			
絞り	∞	0.0			
2(非球面1・回折面1)	2.450359	2.2	1.61707	1.52861	1.66890
3(非球面1・回折面2)	9.106348	1.4503			
4	∞	44	1.64030	1.62441	1.57346
5	∞	45			
像点	∞				

	λ＝650nmのとき	λ＝400nmのとき	λ＝780nmのとき
44	0.6	0.6	1.2
45	0.7500	0.5540	0.4097

非球面1 κ＝-0.08796008 回折面1 B2＝0
A4＝-0.010351744 B4＝-61.351934
A6＝0.0015514472 B6＝5.9668445
A8＝-0.00043894535 B8＝-1.2923244
A10＝5.481801×10⁻⁵ B10＝0.041773541
A12＝-4.2588508×10⁻⁶

【0517】

20

非球面2 κ＝-302.6352 回折面2 B2＝0
A4＝0.002 B4＝341.19136
A6＝-0.0014 B6＝-124.16233
A8＝0.0042 B8＝49.877242
A10＝-0.0022 B10＝-5.9599182
A12＝0.0004

【0518】なお、上記実施例10の対物レンズの具体例は、第3の実施の形態にも同様に適用できる。

【0519】(実施例11～14)

【0520】実施例11～14の対物レンズは、上述した【数3】で表される非球面形状を屈折面に有しており、また、実施例11～13では回折面が単位をラジアンとした位相差関数Φ8として上述の【数1】で表され、実施例14では回折面が単位をmmとした光路差関数φbとして上述の【数2】で表わされる。

【0521】これら実施例11～14の対物レンズ特性を得るに当たって、第1光ディスク(DVD)用の光源波長を650nm、第2光ディスク(青色レーザ使用次世代高密度光ディスク)用の光源波長を400nmとし、第1および第2光ディスクの透明基板厚さt1は共にt1＝0.6mmである。また、t1とは異なる透明基板の厚さt2＝1.2mmを有する第3光ディスク(CD)用の光源波長は780nmとした。また、光源波長400nm、650nm、780nmに対応する開口数NAとして、0.65、0.65、0.5をそれぞれ想定している。

【0522】(実施例11)
【0523】実施例11は、第4の実施の形態に係わる*

実施例11

f＝3.33 像側 NA 0.65

(波長λ＝650nmのとき)

138

(71)

139

140

f=3.15 像側 NA 0.65 (波長λ=400nmのとき)
f=3.37 像側 NA 0.45(NA 0.65) (波長λ=780nmのとき)

【0527】

* * 【表11】

面No.	r	d	$\frac{n}{\lambda=650nm}$	$\frac{n}{\lambda=400nm}$	$\frac{n}{\lambda=780nm}$
鏡リ	∞	0.0			
2(非球面1・回折面1)	2.177303	2.2	1.60356	1.64688	1.78488
3(非球面2・回折面2)	6.467315	0.5935			
4	∞	44	1.68020	1.62441	1.67346
5	∞	45			
像点	∞				

	λ=650nmのとき	λ=400nmのとき	λ=780nmのとき
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7598	0.6328	0.3996

非球面 1 κ=-0.1847301 回折面 1 B2= 0
A4=-0.0090859227 B4=-69.824662
A6= 0.0016821871 B6= 0.35641549
A8=-0.00071180761 B8= 0.6877372
A10= 0.00012406905 B10=-0.18333865
A12=-1.4004589×10⁻⁵

【0528】

非球面 2 κ=-186.4056 回折面 2 B2= 0
A4= 0.002 B4= 745.72117
A6=-0.0014 B6=-334.75078
A8= 0.0042 B8= 81.232224
A10=-0.0022 B10=-5.3410176
A12= 0.0004

【0529】実施例11 (および後述する実施例12) のような対物レンズと3つの光源とを有する光ビツクアツ装置において、非球面係数及び位相差関数の係数を適当に設計することで、透明基板厚さの違いにより発生する球面収差及び波長の違いにより発生する球面収差の色収差を各デイスクともに補正することが可能である。また、図74から明らかなように、第3光デイスクでは実使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

【0530】 (実施例12)

【0531】また、実施例12の対物レンズは、有限距離からの発散光が入射するように構成されている。この実施例では、回折面の位相差関数の係数に2乗項が含まれず (B2=0)、2乗項以外の項の係数だけを使用している。

※

実施例12

f=3.31 像側 NA 0.65 倍率 -0.203 (波長λ=650nmのとき)
f=3.14 像側 NA 0.65 倍率 -0.190 (波長λ=400nmのとき)
f=3.34 像側 NA 0.45(NA 0.65) 倍率 -0.205 (波長λ=780nmのとき)

【0535】

【表12】

(72)

141

142

面No.	r	d	$\frac{n}{\lambda=650nm}$	$\frac{n}{\lambda=400nm}$	$\frac{n}{\lambda=780nm}$
光源	∞	30.9			
鏡リ	∞	0.0			
3(非球面1・回折面1)	2.460359	2.2	1.67707	1.62351	1.66190
3(非球面1・回折面2)	8.105348	1.4503			
4	∞	44	1.58020	1.62441	1.67346
5	∞	45			
像点	∞				

	λ=650nmのとき	λ=400nmのとき	λ=780nmのとき
d4	0.6	0.6	1.3
d5	0.7490	0.5540	0.4037

非球面 1 κ=-0.08796008 回折面 1 B2= 0
A4=-0.010351744 B4=-61.351934
A6= 0.0015514472 B6= 5.9668445
A8=-0.00043894535 B8=-1.2923244
A10= 5.481801×10⁻⁵ B10= 0.041773541
A12=-4.2588508×10⁻⁶

【0536】

※

非球面 2 κ=-302.6352 回折面 2 B2= 0
A4= 0.002 B4= 341.19136
A6=-0.0014 B6=-124.16233
A8= 0.0042 B8= 49.877242
A10=-0.0022 B10=-5.9599182
A12= 0.0004

【0537】実施例12のような対物レンズと3つの光源とを有する光ビツクアツ装置において、透明基板厚さの違いにより発生する球面収差及び波長の違いにより発生する球面収差の色収差について各デイスクともに補正することが可能である。また、図84から明かなように、第3光デイスクでは実使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

【0538】 (実施例13)

【0539】また、実施例13の対物レンズは、第4の実施の形態に係わる対物レンズの他の具体例であり、無限距離からの平行光が入射するように構成されている。この実施例では、回折面の位相差関数の係数として2乗項および2乗項以外の項が使用されている。

【0540】図88～図90に、実施例13の対物レンズ*40

実施例13

f=3.31 像側 NA 0.60 (波長λ=650nmのとき)
f=3.14 像側 NA 0.60 (波長λ=400nmのとき)
f=3.34 像側 NA 0.45(NA 0.60) (波長λ=780nmのとき)

【0543】

【表13】

(73)

143

面No.	τ	d	n ($\lambda=650\text{nm}$)	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=780\text{nm}$)
絞り	∞	0.0			
2(非球面1・回折面1)	2.016831	2.2	1.53771	1.55765	1.55388
3(非球面2・回折面2)	-12.04304	0.7555			
4	∞	d4	1.58030	1.62441	1.57346
5	∞	d5			
像点	∞				

	$\lambda=550\text{nm}$ のとき	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=780\text{nm}$ のとき
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7500	0.7500	0.3409

非球面 1 $\kappa=-0.3363369$ 回折面 1 B2=-177.66083
A4=-0.0025421455 B4=-46.296284
A6=-0.0010660122 B6=-6.8014831
A8=4.7189743×10⁻⁵ B8=1.6606499
A10=1.5406396×10⁻⁶ B10=-0.39075825
A12=-7.0004876×10⁻⁶

【0544】

20

非球面 2 $\kappa=43.44262$ 回折面 2 B2=241.52445
A4=0.002 B4=402.41974
A6=-0.0014 B6=-191.87213
A8=0.0042 B8=64.779696
A10=-0.0022 B10=-8.6741764
A12=0.0004

【0545】本実施例では、回折面の位相差関数の係数として2乗項および2乗項以外の項が使用されているために、透明基板厚さの違いにより発生する球面収差及び波長の違いにより発生する球面収差の色収差と軸上色収差について各ディस्कともに補正することが可能となっている。また、図94から明らかなように、第3光ディस्कでは実用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

【0546】(実施例14)
【0547】実施例14の対物レンズは、第6の実施の形態に係わる対物レンズの具体例であり、無限距離から波長400nmと650nmの平行光が入射し、有限距*

実施例14

f= 像側 NA 0.65 (波長λ=650nmのとき)
f= 像側 NA 0.65 (波長λ=400nmのとき)
f= 像側 NA 0.45(NA 0.65) (波長λ=780nmのとき)

【0551】

【表14】

(74)

145

面No.	τ	d	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)	n ($\lambda=780\text{nm}$)
光源	∞	d0			
絞り	∞	0			
2(非球面・回折面)	2.15739	2.400	1.561	1.541	1.557
3(非球面2)		0.976			
4	∞	d4	1.622	1.578	1.571
5	∞	d5			
像点	∞				

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき	$\lambda=780\text{nm}$ のとき
d0	∞	∞	75.17
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.649	0.733	0.532
焦点距離	3.33	3.44	3.46

非球面 1 $\kappa=-2.0080$ 回折面 b2=-0.51589×10⁻³
A4=0.18168×10⁻¹ b4=-0.24502×10⁻³
A6=-0.91791×10⁻³ b6=0.49557×10⁻⁴
A8=0.16455×10⁻³ b8=-0.14497×10⁻⁴
A10=-0.11115×10⁻⁴

【0552】

30

非球面 2 $\kappa=3.1831$
A4=0.14442×10⁻¹
A6=-0.17506×10⁻²
A8=0.21593×10⁻⁴
A10=0.12534×10⁻⁴

【0553】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではない。回折を対物レンズの両面に形成したが、光ビックアップ装置の光学系内の光学素子のある一面に設けてもよい。また輪帯状回折面をレンズ面全体に形成したが、部分的に回折面を形成しても良い。さらに、青色レーザ使用次世代高密度光ディस्कとして、光源波長400nm、透明基板の厚さ0.6mmと仮定して光学設計を進めたが、これ以外の仕様である光ディस्कに関しても本発明は適用が可能である。

【0554】次に、本発明の第7の実施の形態について説明する。

【0555】図117は、本実施の形態の対物レンズ及びこれを含む光ビックアップ装置の概略構成である。図117のように、第1の半導体レーザ111と第2の半導体レーザ112が光源としてユニット化されている。コリメータ13と対物レンズ16との間にビームスプリッタ120が配置され、コリメータ13でほぼ平行にさ

れた光がビームスプリッタ120を通過し対物レンズ16へ向かう。また、情報記録面22から反射した光束が光路変更手段としてのビームスプリッタ120で光検出器30に向かうように光路を変える。対物レンズ16はその外周にフランジ部16aを有し、このフランジ部16aにより対物レンズ16を光ビックアップ装置に容易に取り付けることができる。また、フランジ部16aは対物レンズ16の光軸に対し略垂直方向に延びた面を有するから、更に精度の高い取付が容易にできる。

【0556】第1の光ディस्कを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、コリメータ13を透過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ120を経て絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第1の光ディस्क20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を介して、ビームスプリッタ120

(75)

147

で反射され、シリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、凹レンズ50を経て、光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて、第1の光ダイスク20に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0557】また、光検出器30上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザー111からの光束を第1の光ダイスク20の情報記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させるとともに、第1の半導体レーザー111からの光束を所定のトラップに結像するように対物レンズ16を移動させる。

【0558】次に、第2の光ダイスクを再生する場合、第2の半導体レーザー112から出射された光束は、コリメータ13を透過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ120を経て絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第2の光ダイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を介して、ビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、凹レンズ50を経て、光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて、第2の光ダイスク20に記録された情報の読み取り信号が得られる。また、光検出器30上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザー112からの光束を第2光ダイスク20の情報記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させるとともに、第2の半導体レーザー112からの光束を所定のトラップに結像するように対物レンズ16を移動させる。

149

*合焦調整検出やトラップ調整検出の特性が良好となる。

【0560】なお、第1の光ダイスクをDVD (光源波長650nm)、第2の光ダイスクをCD (光源波長780nm) とするケースや、第1の光ダイスクを次世代高密度光ダイスク (光源波長400nm)、第2の光ダイスクをDVD (光源波長650nm) のケースが想定されるが、特に、それぞれの光ダイスクの必要開口数に大きな差がある場合には、上記のような場合には、必要なスポット径に比較してスポットが小さすぎる場合もある。このときは本明細書の他の箇所で説明している開口制限手段を導入し、所望のスポット径とすればよい。

【0561】以下、第7の実施の形態に係わる対物レンズの具体例として、球面収差補正レンズの実施例15、16、17、18を説明する。各実施例で波面収差が、最大開口数に対し0.07λrms以下に補正されている。なお、以下において像側とは光情報記録媒体側の意味である。

【0562】〈実施例15〉

【0563】図118に、実施例15の対物レンズである回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路図を示す。また、図119に、実施例15の回折光学レンズについての波長(λ)=640, 650, 660nmに対する開口数0.60までの球面収差図を示す。また、図120は光情報記録媒体の透明基板が図118より厚い場合の実施例15の回折光学レンズの光路図を示す。図121に、図120の場合の回折光学レンズについての波長λ=770, 780, 790nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。

【0564】実施例15の回折光学レンズによると、図119に示すように、波長λ=650nmに対してはNA0.60までの全開口がほぼ無収差である。また、図120、図121に示すように、透明基板が厚い場合で、波長λ=780nmに対しては、NA0.60までがほぼ無収差である。なお、λ=780nmのときの所定開口数は0.45である。

【0565】以上のように、実施例15では、実施例1, 6, 8と比べて、光情報記録媒体の透明基板が厚く波長が780nmの場合の球面収差を透明基板がこれよりも薄く波長が650nmの場合と同じ開口数 (NA0.60) まで補正できる。

【0566】以下、実施例15のレンズデータを示す。

【0567】

光源波長λ=650nmのとき
焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.60 無限仕様
)

【0568】

光源波長λ=780nmのとき
焦点距離f=3.38 像側開口数 NA=0.60 無限仕様
【0569】

(76)

149

150

層名	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	0.0		
2(半導体1・回折面)	2.06085	2.2	1.54113	1.53728
3(半導体2)	-6.98386	1.039		
4	Infinity	d4	1.57787	1.57084
5	Infinity	d5		

	d4	d5
λ=650nmのとき	0.6	0.700
λ=780nmのとき	1.2	0.364

非球面係数
非球面1
κ=-1.0358
A4=4.8632×10⁻³
A6=5.3832×10⁻⁴
A8=-1.5773×10⁻⁴
A10=3.8683×10⁻⁷
【0570】非球面2
κ=-9.256352
A4=1.5887×10⁻²
A6=-5.97422×10⁻³
A8=1.11613×10⁻³
A10=-9.39682×10⁻⁵
【0571】回折面係数 (基準波長650nm)
b2=6.000×10⁻³
b4=-1.317×10⁻³
b6=1.5274×10⁻⁴
b8=-6.5757×10⁻⁵
b10=6.221×10⁻⁶

【0572】〈実施例16〉
【0573】図122に、実施例16の対物レンズである回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路図を示す。また、図123に、実施例16の回折光学レンズについての波長(λ)=640, 650, 660nmに対する開口数0.60までの球面収差図を示す。また、図124、図125に示すように、透明基板が厚い場合で、波長λ=780nmに対しては、NA0.60までがほぼ無収差である。なお、λ=780nmのときの所定開口数は0.45である。

【0575】以上のように、実施例16では、実施例1, 6, 8と比べて、光情報記録媒体の透明基板が厚く波長が780nmの場合の球面収差を透明基板がこれよりも薄く波長が650nmの場合と同じ開口数 (NA0.60) まで補正できる。なお、実施例15, 16では、透明基板の厚さの差による球面収差をNA0.6まで補正するために、回折による球面収差の補正作用が強いことが必要であるが、このため輪帯ビッチが狭くなるが、回折の近軸パワ－を負にしてビッチの減少を緩和している。

【0576】以下、実施例16のレンズデータを示す。
【0577】

【0578】
光源波長λ=780nmのとき
焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.60 無限仕様

【0579】
光源波長λ=650nmのとき
焦点距離f=3.36 像側開口数 NA=0.60 無限仕様
【表16】

(77)

151

152

面no	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	2.200	1.54113	1.53728
2(非対称1・回折面)	2.09216			
3(非球面2)	-7.49521	1.042		
4	Infinity	d4	1.57787	1.57084
5	Infinity	d5		

非球面係数

非球面 1

κ=-1. 1331

A4=4. 5375×10⁻³

A6=1. 2964×10⁻³

A8=-3. 6164×10⁻⁴

A10=2. 0765×10⁻⁵

【0580】非球面 2

κ=-4. 356298

A4=1. 57427×10⁻²

A6=-4. 91198×10⁻³

A8=7. 72605×10⁻⁴

A10=-5. 75456×10⁻⁵

【0581】回折面係数 (基準波長650nm)

b2=2. 1665×10⁻³

b4=-2. 0272×10⁻³

b6=5. 5178×10⁻⁴

b8=-1. 8391×10⁻⁴

b10=1. 8148×10⁻⁵

【0582】(実施例17)

【0583】図126に、実施例17の対物レンズであ

る回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路

図を示す。また、図127に、実施例17の回折光学レ*

光源波長λ=650nmのとき

焦点距離f=3. 33 像側開口数 NA=0. 60 無限仕様

【0588】

光源波長λ=780nmのとき

焦点距離f=3. 34 像側開口数 NA=0. 60 無限仕様

【0589】

【表17】

(78)

153

154

面no	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	2.200	1.54113	1.53728
2(非対称1・回折面)	2.14757			
3(非球面2)	-7.74682	1.0333		
4	Infinity	d4	1.57787	1.57084
5	Infinity	d5		

非球面係数

非球面 1

κ=-1. 0751

A4=5. 0732×10⁻³

A6=4. 3722×10⁻⁴

A8=-1. 4774×10⁻⁴

A10=9. 6694×10⁻⁷

【0590】非球面 2

κ=-10. 41411

A4=1. 59463×10⁻²

A6=-6. 02963×10⁻³

A8=1. 11268×10⁻³

A10=-9. 3151×10⁻⁵

【0591】回折面係数 (基準波長650nm)

b2=-2. 000×10⁻³

b4=-1. 4462×10⁻³

b6=1. 1331×10⁻⁴

b8=-6. 6211×10⁻⁵

b10=6. 8220×10⁻⁶

【0592】(実施例18)

【0593】図130に、実施例18の対物レンズであ

る回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路*

光源波長λ=400nmのとき

焦点距離f=3. 33 像側開口数 NA=0. 70 無限仕様

【0598】

光源波長λ=650nmのとき

焦点距離f=3. 43 像側開口数 NA=0. 70 無限仕様

【0599】

【表18】

(79)

$\lambda/55$	R	d	$n=(\lambda=400\text{nm})$	$n=(\lambda=650\text{nm})$
OBI STD 2(非球面1・回折面) 3(非球面2) 4 5	Infinity Infinity 2.65838 -13.89669 Infinity	Infinity 2.40 1.297 46 66	1.71657 1.62158	1.68987 1.57787

	d4	d5
$\lambda=400\text{nm}$ のとき	0.1	0.704
$\lambda=650\text{nm}$ のとき	0.6	0.469

*のピッチP f (mm)、最大開口数の1/2の開口数に
対応する輪帯のピッチP h (mm)、及び (P h / P
f) - 2) の各値を表19に示す。

【0603】
【表19】

実施例	Pf	Ph	Ph/Pf2
1	0.009	0.110	10.2
2	0.067	0.235	1.8
3	0.012	0.032	0.67
14	0.039	0.221	3.7
15	0.027	0.091	1.4
16	0.014	0.353	23.2
17	0.010	0.065	4.5
18	0.011	0.060	3.5

(80)

ーのない部分からの光束との集光位置と位相差が最適
となるように、対物レンズを通った光束の球面収差の設
定がなされている。

【0618】実施例には、前記第1の光源からの光束のう
ち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光
束が第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点に
おける波面収差が0.07 λ rms以下であり、かつ、
前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通った
ときの開口数がNAH2以下の光束が第2光情報記録媒
体の透明基板を介した最良像点における波面収差が0.
07 λ rms以下であることが望ましい。

【0619】なお、特に、第1の光源からの光束のう
ち、対物レンズを通ったときの開口数がNA1以下の光
束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良像点
における波面収差の球面収差成分は0.05 λ rms以
下であることが望ましい。

【0620】第1の光源と対物レンズの間および第2の
光源と対物レンズの間に少なくとも一つのコリメータを
含み、第1の光源から対物レンズに入射する光束および
第2の光源から対物レンズに入射する光束が、それぞれ
平行光であるような光ビックアップ装置とすることで、
ビックアップの調整が容易となる。

【0621】また、第1の光源からの光束と第2の光源
からの光束に対してコリメータを共通にすることで、光
ビックアップ装置のコストダウンを図ることができる。

【0622】なお、第1の光源と第2の光源が別のパツ
ケージである場合、コリメータに対してそれぞれの光源
の位置を対物レンズに入射する光束がそれぞれ平行光と
なるように設定すれば良い。

【0623】また、第1の光源と第2の光源とが同じパ
ッケージである場合、それぞれの光源の位置の光軸方向
の差を適切に設定して、対物レンズへの入射光がそれぞ
れ平行光となるようにしても良いし、その調整ができな
い場合、コリメータの色収差が最適化されたものを用い
て対物レンズへの入射光がそれぞれ平行光になるように
しても良い。

【0624】さらに、対物レンズに入射する光束が、収
束光束であっても発散光束であっても良く、特に第1の
光源から対物レンズに入射する光束よりも第2の光源か
ら対物レンズに入射する光束をより発散度の強いものと
することによって、発散度の差によるアンダーの球面収
差が発生し、回折パターンで補正する球面収差量を減ら
すことができる。

【0625】図114は、開口数NAH2、NAL2が
同じであり、近軸色収差を補正しない場合とした場合
($\Delta f B=0$)に、第2光源からの光束について、第2
光情報記録媒体 (CD) の透明基板を通過した光束の球
面収差を表す模式図である。

【0626】NAH2以下の第2光情報記録媒体の再生
に寄与する光束の収束位置は、回折パターンによって補

【0610】さらに、光軸近傍は焦点深度が深く、球面
収差量も少ないので、回折パターンは必須ではない。

【0611】必要最低限の部分に回折パターンを形成
し、残りの部分を屈折面とすることで、金型加工時のツ
ールの損傷、成形時の難型性の向上、CD側で必要以上
に集光スポットが絞られることに起因するダイスクの厚
みに影響があるときや、ダイスクが傾いたときの性能劣
化を防ぐことができる。

【0612】このためには、対物レンズの回折パター
ンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの
光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離
れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体の開口
数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの
光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円
周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数が
NAL1の光束に変換されるとき、下記の条件を満足す
れば良い。

NAH1 < NA1
0 ≤ NAL1 ≤ NA2

【0613】第1の光情報記録媒体がDVDで、第1の
光源の波長 $\lambda 1$ が650nm、第2の光情報記録媒体が
CDで第2の光源の波長 $\lambda 2$ が780nmの場合、
NAH1は0.43から0.55
NAL1は0.10から0.40
であることが好ましい。

【0614】回折パターンを有する部分についての対物
レンズの光学設計は、第1の光源から対物レンズに入射
する光束の+1次回折光がほぼ無収差の集光スポットと
なるように行われる。一方、回折パターンのない部分に
についての対物レンズの光学設計は、第1の光源から対物
レンズに入射する光束がほぼ無収差の集光スポットとな
るように行われる。

【0615】両者の集光位置は、ほぼ一致する必要がある。
さらに、それぞれの光束の位相も揃っていることが
重要である。なお、位相に関しては、 k を小さな整数と
したとき、 $2k\pi$ ずれていても、設計波長での集光特性
は殆ど変わらないが、 $|k|$ の絶対値が大きくなると、
波長変動に弱くなってしまう。 $|k|$ は1〜10である
ことが好ましい。

【0616】このとき、第2の光源からの光束のうち、
対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周か
らの+1次回折光は光情報記録媒体側の開口数がNAH
2の光束に変換され、同時に回折パターンの最も光軸側
の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口
数がNAL2の光束に変換され、

【0617】第2光情報記録媒体の記録再生が可能とな
るようなスポットを、第2の光源からの光束のうち、対
物レンズを通ったときの開口数がNAH2以下の光束を
利用して光情報記録媒体の情報記録面上に形成するよう
に、回折パターンを有する部分からの光束と、回折パタ

(81)

159

正されていない場合、B点にあるが、回折パターンによって補正され、 Δf Bをほぼ0にされてA点に収束する。しかし、NAH2より外側では回折パターンによって補正されず、その収差は屈折面のみによる収差曲線Sを示すことになる。

【0627】図から明らかなように、光束の収束点とNAH2における球面収差の隙びは、近軸色収差の補正量 Δf Bだけ大きくなり、NAH2からNA1までのフレア成分が収束する位置は、NAH2以下の第2光情報記録媒体の再生に寄与する光束の収束位置と大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0628】また、 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ で近軸色収差を補正することで、 $\lambda 1$ 近傍と $\lambda 2$ 近傍においても、近軸色収差は小さくなり、光情報記録媒体への情報記録時に、レーザのパワー変動で発振波長が変化しても、焦点ずれが起きにくくなり、高速記録が可能となる。

【0629】前述のようにNAH2からNA1までのフレア成分の収束位置とNAH2以下の光束の収束位置とを離れたものとするためには、前記の回折パターンの外側に、第2の回折パターンを配設し、第1光源からの光束に対しては第2の回折パターンの+1次回折光が前記の収束位置に集光され、第2光源からの光束は第2の回折パターンでは回折されずに透過するように第2の回折パターンを設計することによって、図115に示す収差補正状況にすることができ。

【0630】すなわち、同図(a)は第1光源からの光束の収差補正状況を示し、NAH1以上においても以下においても、比較的大きく設定された屈折面による収差は、+1次回折光の補正効果により、無収差で収束位置に集光されている。しかし、同図(b)のように、第2光源からの光束は、NAH2より外側の回折パターン部分透過する光束では、回折作用を受けない0次光となるので、その収差補正状況は回折パターンによる補正を受けない収差がそのまま表れるため、NAH2における球面収差の隙びが大きくなり、フレア成分の収束位置と情報の再生に寄与する光束の収束位置が大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0631】また、この第2の回折パターンでは、第1光源からの光束は回折されず、第2の光源からの光束は、主に-1次回折光となるように第2の回折パターンを設計しても良い。これにより、図113で見えるように、NAH2からNA1までの光束の、回折による球面収差をよりオーバーにすることによって、第2の光源について、対物レンズを通ったときの開口数がNAH2以下の光束の第2光情報記録媒体の透明基板を通ったときの球面収差は良好に補正され、一方、NAH2より外側の光束のオーバーの球面収差を大きくすることが出来る。その結果、図116(b)に見るように、NAH2

160

における球面収差の隙びが大きくなり、フレア成分の収束位置と情報の再生に寄与する光束の収束位置が大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0632】同様に、光源から対物レンズまでの光路中に第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記第1の回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を透過させない開口制限手段を設け、光検出器上へ到達するフレア成分を減ずること、その影響を小さくすることができ。

【0633】この開口制限手段は、第1の光源からの出射光束と、第2光源からの出射光束とを光合波手段により合波した後の光路中に、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記第1の回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタを配設すれば良い。

【0634】このようなフィルタには、例えば多層膜を利用したダイクロイックフィルタを利用することができ。勿論、対物レンズのいずれかの面に、上述のフィルタ効果を持たせることもできる。

【0635】また、この開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を回折させる輪帯フィルタであってても良い。

【0636】以下、図面を参照して本発明の第8の実施形態にかかる第1～第7の光ビックアップ装置を具体的に説明する。

【0637】図102に示す第1の光ビックアップ装置は、第1の光ディスクの再生用の第1光源である半導体レーザ111と、第2の光ディスク再生用の半導体レーザ112とを有している。

【0638】まず第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、両半導体レーザ111、112からの出射光の合成手段であるビームスプリッタ190を透過し、偏光ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板14を透過して円偏光の平行光束となる。この光束は絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0639】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、偏光ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射してシリンドリカルレンズ18により非点収差が与えられ、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0640】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出

(82)

161

やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0641】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、上記第1半導体111からの光束と同様、偏光ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140、絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0642】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170、1/4波長板140、コリメータ130、偏光ビームスプリッタ120、シリンドリカルレンズ180を介して、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0643】また、第1の光ディスクの場合と同様、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0644】図103の第2の光ビックアップ装置は、記録再生用の光学系に適した構成であるが、再生の場合について説明する。なお、以下の実施例において、図102の光ビックアップ装置と同一部材は同一符号で示す。

【0645】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、偏光ビームスプリッタ121で反射され、コリメータ131、1/4波長板141を透過して円偏光の平行光となる。さらに、光合成手段であるビームスプリッタ190を透過し、絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0646】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、さらにビームスプリッタ190、1/4波長板141、コリメータ131を透過して、偏光ビームスプリッタ121に入射し、ここを透過して非点収差が与えられ、光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0647】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アク

162

チュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第2の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0648】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、偏光ビームスプリッタ122で反射され、コリメータ132、1/4波長板142を透過して円偏光の平行光となる。さらに、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、絞り170、対物レンズ160により第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0649】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介してビームスプリッタ190で反射され、1/4波長板142、コリメータ132を透過して、偏光ビームスプリッタ122に入射し、ここを透過して非点収差が与えられ、光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0650】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第2の半導体レーザ112からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ112からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させることは同様である。

【0651】図104の第3の光ビックアップ装置は、記録再生用の光学系に適した構成であるが、再生の場合について説明する。

【0652】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカップリングングレンズ60、光合成手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過して円偏光の平行光となる。さらに、絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0653】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0654】また、光検出器301上でのスポットの形

(83)

163

状態化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1光ダイスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラッキングに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0655】第2の光ダイスクを再生するための第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット400に光検出器302およびホログラム230とユニット化されている。「ユニット」あるいは「ユニット化」とは、ユニット化されている部材や手段が一体となつて光ビックアップ装置に組込ができるようになっていて、意味し、装置の組立て時には1部品として組付けることができる上タイトされている。

【0656】第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0657】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介し、1/4波長板140、コリメータ130、ビームスプリッタ120を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム230で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0658】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0659】図105の第4の光ビックアップ装置においては、第1の光ダイスクを再生する場合、第1半導体レーザ111は、レーザ/検出器集積ユニット410に光検出器301およびホログラム231とユニット化され、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム231を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0660】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130、ビームスプリッタ190を透過し、ホログラム231で回折されて光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、

164

第1光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0661】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0662】第2の光ダイスクを再生する場合、第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット420に光検出器302およびホログラム232とユニット化され、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム232を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、コリメータ130を透過して平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0663】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム232で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0664】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0665】図106の第5の光ビックアップ装置においては、第1半導体レーザ111、第2半導体レーザ112、光検出手段30、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0666】第1の光ダイスクを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム230、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0667】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0668】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0669】第2の光ダイスクを再生する 合、第2半

(84)

165

導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230、コリメータ130を透過してほぼ平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0670】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0671】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0672】図107の第6の光ビックアップ装置においては、第1半導体レーザ111、第2半導体レーザ112、第1の光検出手段301、第2の光検出手段302、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0673】第1の光ダイスクを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム230のデイスク側の面、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0674】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230のデイスク側の面で回折され、第1の光源に対応した光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0675】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0676】第2の光ダイスクを再生する場合、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230の半導体レーザ側の面で回折され、コリメータ130を透過してほぼ平行光束となる。このホログラムの半導体レーザ側の面は、光合成手段としての機能を果たす。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0677】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、

166

ホログラム230のデイスク側の面で回折されて第2の光源対応した光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ダイスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0678】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0679】図108の第7の光ビックアップ装置は、記録再生用の光学系に通した構成であるが、再生の合
 について説明する。

【0680】第1の光ダイスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカンファリンズレンズ60、光合成手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過して円偏光の平行光となる。さらに、絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0681】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ダイスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0682】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1光ダイスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラッキングに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0683】第2の光ダイスクを再生するための第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット400に光検出器302およびホログラム230とユニット化されている。

【0684】第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0685】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16

(85)

167

0、絞り170を介し、1/4波長板140、コリメータ130、ビームスプリッタ120を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム230で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ディस्क200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0686】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキングを行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0687】透明基板の厚さt1が第1の光ディスクとほぼ同じで、波長λ1の第1の光源で記録再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数NAも第1の光ディスクと同程度の第3のSuper RENS方式のディスクを記録再生する場合について説明する。

【0688】Super RENS方式のディスクは、現在精力的に検討が進められているもので、その構成の1例を図109に示す。その記録再生は近接場光学に基づき、再生信号としては反射光を利用する方式と透過光を利用する方式があり、本実施例の構成は透過光を利用して再生信号を得る方式を示す。

【0689】Super RENS方式の第3のディスクを記録再生する場合には、第1半導体レーザー111からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカップリングレンズ60、光合成手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210、第1の保護膜240を介して非線形光学膜250に集光される。非線形光学膜250には、微小な開口が形成され、第2の保護膜260を介して情報記録層上の情報記録面220にエネルギーが伝達される。そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて透過した光は、第3の保護膜270を透過し、対物レンズとは反対側の集光レンズ90で集められ、光検出器305に到達し、その出力信号により、第3の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0690】一方、非線形光学膜250から反射された光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へに入射する。光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザー111からの光束を第1の光ディスク20

168

0の非線形光学膜250上に結像する用に対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザー111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0691】前述の光ビックアップ装置の対物レンズとして、第1の光源から無収差の平行光束が入射し、DV Dの透明基板を通して無収差のスポットを形成するように設計された専用対物レンズを使って、対物レンズに第2の光源から無収差の平行光束が入射し、C Dの透明基板を通してスポットを形成した場合、

①対物レンズの屈折率の波長依存性

②光情報記録媒体の透明基板厚みの差

③透明基板屈折率の波長依存性

により球面収差が発生するが、②によるものがほとんどであることは既に述べた。

【0692】この②の要因による球面収差は、C Dの記録再生に必要な開口数NA2において、ほぼ|t2-t1|および(NA2)4に比例する。図110は、対物レンズに波長λ1=650nmの平行光束が入射したときにDV Dの透明基板を通して無収差となるように設計された専用レンズについて、透明基板がC Dの厚さで、波長λ2=780nmの光源を使用したときの、対物レンズから出射する光束の開口数を0.45としたときの結像倍率M2と波面収差との関係を示したものである。結像倍率M2が0の場合は、DV Dと同様、対物レンズに平行光束が入射する。

【0693】図示のように、M2=0のときは、約0.13λrmsの球面収差が発生し、回折限界性能のマレシャルの限界0.07λrmsより大きい。従って、何らかの手段によりDV D、C D双方とも波面収差がマレシャルの限界以下となるように球面収差を設定する必要が生じる。

【0694】この対物レンズにおいて、結像倍率を負にして行くと、対物レンズで負の球面収差が発生し、M=-0.06のとき極小値となり、マレシャル限界内の値になる。このように、結像倍率によって、補正しなければならぬ球面収差量は異なり、図示の例においては、M=-0.06のときはあえて他の手段によって球面収差を補正する必要はない。また、C D-Rの情報記録に必要なNAが0.5のときは、さらに補正する球面収差は大きくなる。

【0695】次に、上述の各光ビックアップ装置において、好ましいコリメート調整手段について説明する。説明を簡単にするために、コリメータと対物レンズからなる集光光学系を使用した光ビックアップ装置について考察する。コリメータと光源の距離は、コリメータの光軸上の焦点位置に光源を配置することで所望の平行光がコリメータより出射する。コリメータのパックフォーカス、半導体レーザーの取り付け位置と発光点との間隔、コリメータや半導体レーザーをマウントする光ビックアップ

169

装置のハウジングの製造バラツキが小さく押さえられているため、半導体レーザーとコリメータの間隔を調整しなくとも、実用上問題ない精度の平行光が得られる。

【0696】ところで、波長の異なる2つの光源により、透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する場合において、回折パターンを有する対物レンズを用い、さらにそれぞれの光源に対して0でない同じ次数の回折光を利用する場合において、レーザーの発振波長の変動により球面収差の変動が既存の両面非球面对物レンズと比較して大きい。特に、実施例6のような対物レンズでは、650nmの波長においては波面収差が0.001λrmsであるが波長が±10nm変化すると0.035λrms程度に劣化する。このとき発生するのは球面収差である。半導体レーザーには発振波長の固体差があり、光ビックアップ装置に固体差の大きい半導体レーザーを適用すると、回折パターンを有する対物レンズの球面収差の規格が厳しくなるというた問題が生じる。

【0697】光ビックアップ装置に用いられる対物レンズでは、入射光束が平行光から発散光になると負の3次球面収差が増加し、平行光束から収束光になると正の3次球面収差が増加するのであるが、対物レンズへの入射光束の発散度を変えることで、3次の球面収差をコントロールすることができ、実施例6のような対物レンズにおいては、半導体レーザーの発振波長の固体差で発生する球面収差の主成分は3次の球面収差であることから、対物レンズへの入射光束の発散度を変えることにより、集光光学系全体の3次の球面収差を設計値通りにすることができ。

*

波長	655nm	780nm		
集光距離	3.370	3.397		
絞り径	φ 4.04mm			
対物レンズ設計値				
面番号	r i	d i'	n i'	n i
1	∞			
2	2.131	2.6	1.5800	1.5255
3	-6.373	1.5657	1.2052	
4	∞	0.6	1.2	1.5787
5	∞			

d i, n iは、第1光情報記録媒体 (t1=0.6mm) のときの値

d i', n i'は、第2光情報記録媒体 (t2=1.2mm) のときの値

d i, n iは、第1光情報記録媒体 (t1=0.6mm) のときの値
m) のときの値 (t2=1.2mm) のときの値

【0706】

【表21】

(86)

170

* 【0698】なお、集光光学系にコリメータ等のカップリングレンズがあれば、これを光軸方向に動かすことで、対物レンズの3次の球面収差をコントロールすることができ。また、コリメータ等のカップリングレンズがある場合は、半導体レーザーを光軸方向に動かすことで同様に目的が達成される。もちろん、コリメータ等のカップリングレンズがある場合も、半導体レーザーを光軸方向に動かしてもよい。

【0699】（実施例19）

【0700】以下、第8の実施の形態に係わる対物レンズの具体例として、球面収差補正レンズの実施例19を図111及び表20、表21に示す。

【0701】表20中、r iは屈折面の曲率半径、d i、d i'は面間隔、n i、n i'は主波長での屈折率を示す。また、面形状式を次の(数4)に示す。

【0702】

【数4】

$$X=\frac{\lambda^2 h}{1+\sqrt{1-(1+\kappa)(Wr)^2}}+\sum A_i h^i$$

但し、Xは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、rは近軸曲率半径、κは円錐形数、A jは非球面係数、P j (P i≧3)は非球面べき数である。

【0703】また、回折面は光路差関数として数1に示す通りである。単位はmmとして表している。

【0704】

【表20】

(87)

第2面	第1分割面 (非球面係数)	0.5H≤1.6984
		K=-8.6612×10 ⁻⁷
		A ₁ =-8.2000×10 ⁻⁷ P ₁ =4.0
		A ₂ =-9.5500×10 ⁻⁴ P ₂ =6.0
	(屈折率係数)	A ₁ =9.4024×10 ⁻⁷ P ₃ =8.0
		A ₂ =-2.6750×10 ⁻⁷ P ₄ =10.0
		B ₁ =0
		B ₂ =-8.3027×10 ⁻⁴
	(非球面係数)	B ₁ =-1.6462×10 ⁻⁴
		B ₂ =1.3106×10 ⁻⁶
		1.6984≤H
		K=-8.8006×10 ⁻⁷
		A ₁ =6.0790×10 ⁻⁷ P ₁ =4.0
		A ₂ =2.8149×10 ⁻⁴ P ₂ =6.0
		A ₃ =6.6786×10 ⁻⁷ P ₃ =8.0
		A ₄ =-2.8790×10 ⁻⁷ P ₄ =10.0
第3面	非球面係数	K=-2.4934×10 ⁻⁷
		A ₁ =9.6641×10 ⁻⁷ P ₁ =4.0
		A ₂ =-8.7666×10 ⁻⁷ P ₂ =6.0
		A ₃ =7.9367×10 ⁻⁷ P ₃ =8.0

上記実施例のレンズ断面図を図111に、その球面収差を図112に示す。図111において、第2面S2の光軸を含む部分S2dは回折パターンを有し、その外側の部分S2rは非球面屈折面である。図112(a)は波長635nm、第1光情報記録媒体(11=0.6mm)での球面収差図で十分に収差補正されている。同図(b)は波長780nm、第2光情報記録媒体(12=1.2mm)での球面収差図であり、第1分割面S2dを通る光束は回折の効果により球面収差が補正されており、第2分割面S2rを通る光束はフレア光となり絞りと同様の効果になっている。

【0707】上記実施例のレンズは、NAH2=0.5とし、NAL2=0の対物レンズである。このレンズの回折パターン部分は、光軸を中心とした軸上上のパターンとなり、そのステップ数は13程度となる。また、回折パターン部の最も光軸から離れた円周部分と屈折面との境界は、約21μmの段差を持っている。

【0708】NAH2=0.45とした場合において、回折パターンのステップ数は9程度で、上記段差量は13μm程度である。段差量、回折パターンのステップ数は、ほぼNAH2の4乗に比例する。

【0709】この例のようにNAL2=0の場合には、補正する球面収差に比例して回折パターンのステップ数が増加してしまう。

【0710】本発明の対物レンズにおいては、回折パターンの光軸方向の深さは2μm以下でも良好な効果を得ることができ、やはり回折パターンのステップ数が多いと、金型加工、成形が難しくなるので、できるだけステップ数が少ないことが望ましい。

【0711】これは、①CDの結像倍率をDVDの結像

172

倍率よりやや小さくし、補正すべき球面収差量をあらかじめ小さくする。好ましくは、mD(ODの記録・再生時の倍率)÷mVD(ODの記録・再生時の倍率)が、-1/15~0であることが好ましい、②深度の深い開口数の小さい部分には回折パターンを設けない、等によって達成できる。

【0712】例えば、DVDの結像倍率を0、CDの結像倍率を-0.03とすれば補正すべき球面収差は半分になるので、CD-R対応のため、NAH2を0.5としても、ステップ数は7程度で、段差量も11μm程度となる。

【0713】段差量が小さい場合、段差S2sの形状は回折パターン部S2dから屈折面部S2rへ滑らかに移行するものであっても良い。

【0714】また、DVDの結像倍率、CDの結像倍率とも0の場合においては、例えばNAL2=0.36とすれば、開口数がNAL2以下の光束の波面収差の残留球面収差成分WSA(NAL2)は約0.053λrm sである。これに最適な回折パターンを付けることで、DVDの波面収差をほぼ0に保ちながらNAH2までの波面収差のRMS値を小さくすることができる。

【0715】開口数がNAH2以下の光束の波面収差の残留球面収差成分WSA(NAH2)は、以下の式で近似できる。

【0716】WSA(NAH2)=(NAL2/NAH2)2×WSA(NAL2)

よって、NAH2=0.45のとき、上記値は0.034λrm s、NAH2=0.5のとき0.027λrm sとなり、レシユールの限界値より十分小さい。

【0717】このとき、NAL2以下ではオーバーの球面収差が発生しているため、NAL2からNAH2まで

(88)

の球面収差を0とするのではなく、NAL2以下の光束のベストフォーカスにはほぼ一致するようにすれば良い。このベストフォーカス位置は近軸焦点よりオーバーな位置であるため、回折パターンで補正する球面収差量は小さくてすむ。また、NAL2以下の光束に対しては、回折パターンは不要である。この二つの効果で、NAH2=0.5のとき、回折パターンのステップ数は約6、NAH2=0.45のときは回折パターンのステップ数は4ですむ。

【0718】勿論、CDの結像倍率をDVDの結像倍率より小さくすることで、回折パターンをさらに少なくでき、最低2ステップあれば、DVDとCDの互換再生が可能となる。

【0719】ところで、透明基板厚が0.1mmの高密度光情報記録媒体が提案されている。この記録再生には青色半導体レーザを使用し、2枚玉の対物レンズを用い、NA1として0.85が必要とされている。一方において、CD-RWは透明基板厚が1.2mmで波長780nmの光源を用い、NA2は0.55とされている。この互換光学系では、DVD、CD-R(NAH2=0.5)の場合と比較して、NA2が大きく、11~12も大きいため、球面収差の補正量も2.7倍大きい。そのため、回折パターンのステップ数も35程度になる。

【0720】さらに、近軸の色収差を補正するには、回折パターンのステップ数が増加する。またNA1まで近軸色収差を含めて補正すると、数百のステップ数になる。このような場合、回折パターンを複数の光学面に施すことも可能である。

【0721】また、必要に応じて、NAL2からNAH2までのある部分を屈折面としても良い。

【0722】さらに、11>12である場合には、発生する球面収差の符号が逆になるので、-1次光を利用することになる。

【0723】同様に、DVDとCDの場合も、対物レンズのCDの結像倍率がDVDの結像倍率よりかなり小さくなり、アングラーの球面収差が残る場合も、同様に-1次光を利用することになる。

【0724】なお、現在重要関心事であるDVDとCDについて、記録または波長の異なる2つのレーザを使って単一の対物レンズで実施する例について示した。既に説明したとおり、第1の光源の波長をλ1とし、第2の光源の波長をλ2(λ2>λ1)とした場合、11<12である場合は+1次回折光を利用し、11>12である場合は-1次回折光を利用した第1の回折パターンを導入するのであるが、DVD(第1の光源を利用)とCD(第2の光源を利用)の場合は前者である。

【0725】ところで、青色半導体レーザ、SHGレーザ等、近年様々な波長の光源が実用化され、今後とも多くの新しい光情報記録媒体が登場すると思われる。この

174

場合、光情報記録媒体の記録密度から必要となるスポットサイズが決まるが、記録または記録再生に必要なNAは、使用する光源の波長によって変化する。このため、光情報記録媒体の透明基板の厚さ、必要NAが2つの光情報記録媒体にたいして、以下の4つに分類される。

- (1) 11<12, NA1>NA2
- (2) 11<12, NA1<NA2
- (3) 11>12, NA1>NA2
- (4) 11>12, NA1<NA2

【0726】以上の説明においては、特に(1)のケースについて使用する第1の回折パターンのそれぞれの光源に対する回折次数、第1の回折パターンの範囲(NAH1, NAL1, NAH2, NAL2)、回折パターン部と透過部が同一位置に集光する必要のある光源の種類とNA範囲、各光源に対しての球面収差を設定するNAの範囲、各光源に対しての波面収差が0.07λrm s以下である必要があるNAの範囲、第2の回折パターンのそれぞれの光源に対する回折次数と第1の回折パターンと同一位置に集光させる必要性、開口制限を導入する場合、どちらの光源からの光束を制限するかの条件等について詳述したが、(2)(3)(4)の合については、(1)の詳述から容易に逆行しえるので、詳細な説明は省略した。

【0727】また、レンズの製作時には、回折パターンを刻んだ金型により、プラスチック材料やガラス材料を一体成形することも可能であり、ガラスないしプラスチックの母材に紫外線硬化樹脂等により、本発明の回折パターンを含む光学面を形成しても良い。さらに、コーティングや、直接加工により製作しても良い。

【0728】上述のように、本発明の効果を持つ光学面は、対物レンズとは別の光学素子に設け、該光学素子を対物レンズの光源側ないしは光情報記録媒体側に配設しても良い。勿論、コリメータや光合成手段の第一の光源からの光束と第2の光源からの光束とが共に通過する光学面に配設しても良い。しかし、トラッキング等で対物レンズが動く際に、回折パターンの光軸と対物レンズの光軸とが相対的に移動するため、トラッキングの量が制限される。

【0729】また、説明の都合上、回折パターンは光軸に対して同心円状としたが、これに制限されるものではない。

【0730】以上の実施例1~19に具体的に示した対物レンズは、いずれも単一レンズからなる例を挙げたが、対物レンズが複数のレンズから構成されたものでもよく、その少なくとも1つの面に本発明の回折面を有する場合も本発明に含まれるものである。

【0731】本発明において、特定次数の回折光を選択的に発生するとは、所定の波長の光に対して、特定次数の回折光の回折効率がその特定次数以外の他の次数のそれぞれに比べて高いことをいうことは

(89)

175

上述のとおりであるが、互いに異なる2つの波長のそれぞれの光に対して、その特定次数の回折光の回折効率があるが、互いに異なる2つの波長の回折効率よりも10%以上高い効率であることが好ましく、30%以上高い効率であることが更に好ましく、また、その特定次数の回折光の回折効率が50%以上であることが好ましく、更に好ましくは70%以上であることが、光量損失が少なく、実用上も好ましい。

【0732】また、本発明の回折面は、以上の実施の形態およびレンズの具体的な実施例にも示されたように、その回折面があることによって、互いに異なる少なくとも2つの波長の選択的に発生された特定次数の回折光がそれぞれ焦点を結ぶに際して、その回折面が無い場合となわらその回折面のレリーフを包絡した面をシミュレーション等により想定した場合に比較して球面収差が改善されることが望ましい。

【0733】また、更に、本発明において、互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光(波長λ)に対して、それぞれ選択的に発生する特定次数の回折光は、その結像面上での波面収差が0.07λrms以下であることが、実用上で有効な所望のスポットを得るうえで好ましい。なお、上述した実施の態様は本発明の技術的思想及び範囲から逸脱しないで当業者により変更が可能である。

【0734】

【発明の効果】以上のように、本発明によると、回折面を有する少なくとも1つの光学素子を用いた簡単な構成で互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して球面収差および軸上色収差の補正が可能になる光学系、光ビュックアップ装置、記録再生装置、レンズ、光学素子、光ディスク用回折光学系、音声および/または画像の記録および/または再生装置、および対物レンズを得ることができ。また、少なくとも光学系の小型軽量化および低コスト化を図ることができる。また、光学素子が互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して同じ次数の回折光の回折効率を最大とする回折面を有する場合には、回折面が異なる次数の回折光の回折効率を最大とする場合と比較して光量の損失を少なくすることができ

る。

【0735】また、特に、請求項208～224に記載の発明に関し、屈折面上に回折レンズを設けることにより、波長の異なる2つの光源を持つ記録再生用光学系に用い、それぞれの光源波長に対して光量の損失が少なく、ほぼ回折限界まで収差の補正された回折光学系を得ることができる。

【0736】また、特に、請求項225～234に記載の発明に関し、上記のように、互いに波長の異なる3光源に対して、1つの対物レンズによって、異なる光ディスクに情報を記録および/または情報の再生を可能とするだけでなく、コリメーター等のカップリングレンズを

176

使用していないため、光ビュックアップ装置を薄型化することができ、しかもコストが高いといった問題を解消することができる。

【0737】また、特に、請求項235～248に記載の発明に関し、異なる波長の3光源を有する光ビュックアップ装置において、非球面係数及び位相関数の係数を適当に設計すること、透明基板厚さの違いにより発生する球面収差及び波長の違いにより発生する球面収差の色収差、さらには軸上色収差を補正した光ビュックアップ装置及び対物レンズを提供することができる。

【0738】また、特に、請求項249～317に記載の発明に関し、対物レンズに複数の分割面を設けて、第1分割面に回折面を配設することによって、厚さの異なる透明基板を有する光情報記録媒体に対し、単一の集光光学系によって、波長の異なる光束によって記録再生するのである光情報記録媒体の記録再生用球面収差補正対物レンズ及び光ビュックアップ装置を提供できる。

【0739】更に、光ビュックアップ装置用対物レンズは、同心円状に分割された複数の輪帯からなり、各輪帯は、波長の異なる複数の光源、及び/または、記録面の厚みの異なる透明基板に対してほぼ回折限界に収差補正され、光検出器に入射するフレア光を減じ、製作の容易なものにできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の回折光学レンズの光路図である。

【図2】本発明の実施例1の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する球面収差図である。

【図3】本発明の実施例1の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対するNA0.45までの球面収差図である。

【図4】本発明の実施例1の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対するNA0.60までの球面収差図である。

【図5】本発明の実施例1の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する波面収差図である。

【図6】本発明の実施例1の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する波面収差図である。

【図7】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する光路図である。

【図8】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する光路図である。

【図9】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する球面収差図である。

【図10】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する球面収差図である。

【図11】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する波面収差図である。

【図12】本発明の実施例2の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する波面収差図である。

177

【図13】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する光路図である。

【図14】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する光路図である。

【図15】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する球面収差図である。

【図16】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する球面収差図である。

【図17】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=405nmに対する波面収差図である。

【図18】本発明の実施例3の回折光学レンズによる波長λ=635nmに対する波面収差図である。

【図19】本発明の実施例4の回折光学レンズによる光路図である。

【図20】本発明の実施例4の回折光学レンズによる波長λ=635nm、650nm、780nmに対する球面収差図である。

【図21】本発明の実施例5の回折光学レンズによる光路図である。

【図22】本発明の実施例5の回折光学レンズによる波長λ=635nm、650nm、780nmに対する球面収差図である。

【図23】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する光路図である。

【図24】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=780nm (NA=0.5) に対する光路図である。

【図25】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=650±10nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図26】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=780±10nmに対する開口数0.50までの球面収差図である。

【図27】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図28】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する波面収差rms図である。

【図29】本発明の実施例6の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する波面収差rms図である。

【図30】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する光路図である。

【図31】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=780nm (NA=0.5) に対する光路図である。

【図32】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=650±10nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図33】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=780±10nmに対する開口数0.50までの

178

球面収差図である。

【図34】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図35】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する波面収差rms図である。

【図36】本発明の実施例7の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する波面収差rms図である。

【図37】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する光路図である。

【図38】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=780nm (NA=0.5) に対する光路図である。

【図39】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=650±10nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図40】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=780±10nmに対する開口数0.50までの球面収差図である。

【図41】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図42】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=650nmに対する波面収差rms図である。

【図43】本発明の実施例8の回折光学レンズによる波長λ=780nmに対する波面収差rms図である。

【図44】本発明の実施例6の回折光学レンズについての回折輪帯数と光軸からの高さとの関係を示すグラフである。

【図45】本発明の実施例7の回折光学レンズについての回折輪帯数と光軸からの高さとの関係を示すグラフである。

【図46】本発明の実施例8の回折光学レンズについての回折輪帯数と光軸からの高さとの関係を示すグラフである。

【図47】本発明の実施例にかかる回折光学レンズについて、回折レンズパワーとレンズ形状との関係を模式的に示す図である。

【図48】本発明の第2の実施の形態にかかる光ビュックアップ装置の構成を示す光路図である。

【図49】本発明の第3の実施の形態にかかる光ビュックアップ装置の構成を示す光路図である。

【図50】本発明の実施例9の対物レンズの波長λ=650nmに対する光路図である。

【図51】本発明の実施例9の対物レンズの波長λ=780nmに対する光路図である。

【図52】本発明の実施例9の対物レンズについての波長λ=650nmに対する球面収差図である。

【図53】本発明の実施例9の対物レンズについての波長λ=780nmに対するNA0.45までの球面収差

(91)

179

図である。

【図54】本発明の実施例9の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対するNA0.60までの球面収差図である。

【図55】本発明の実施例9の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図56】本発明の実施例9の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図57】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光路図である。

【図58】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する光路図である。

【図59】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する光路図である。

【図60】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図61】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図62】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対するNA0.45までの球面収差図である。

【図63】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対するNA0.65までの球面収差図である。

【図64】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図65】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図66】本発明の実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図67】本発明の第4の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の構成を示す図である。

【図68】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光路図である。

【図69】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する光路図である。

【図70】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する光路図である。

【図71】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図72】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図73】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.45までの球面収差図である。

【図74】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.65までの球面収差図である。

【図75】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

180

【図76】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図77】本発明の実施例11の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図78】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光路図である。

【図79】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する光路図である。

【図80】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する光路図である。

【図81】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図82】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図83】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.45までの球面収差図である。

【図84】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.65までの球面収差図である。

【図85】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図86】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図87】本発明の実施例12の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図88】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光路図である。

【図89】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する光路図である。

【図90】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する光路図である。

【図91】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図92】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図93】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.45までの球面収差図である。

【図94】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.65までの球面収差図である。

【図95】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図96】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図97】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図98】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}$ に対する光路図である。

181

【図99】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=400\text{nm}\pm10\text{nm}$ に対する球面収差図を示す。

【図100】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=650\text{nm}\pm10\text{nm}$ に対する球面収差図を示す。

【図101】本発明の実施例13の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}\pm10\text{nm}$ に対する球面収差図を示す。

【図102】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第1の構成を示す光路図である。

【図103】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第2の構成を示す光路図である。

【図104】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第3の構成を示す光路図である。

【図105】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第4の構成を示す光路図である。

【図106】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第5の構成を示す光路図である。

【図107】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第6の構成を示す光路図である。

【図108】本発明の第8の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の第7の構成を示す光路図である。

【図109】Super RENS方式の光ディスクの構成を示す模式図である。

【図110】本発明の第8の実施の形態にかかる実施例15の対物レンズの、結像倍率m2と球面収差との関係を示すグラフである。

【図111】本発明の第8の実施の形態にかかる実施例15の断面図である。

【図112】上記実施例15の球面収差図である。

【図113】回折バターン作用の説明図である。

【図114】本発明の第8の実施の形態にかかる対物レンズの球面収差への色収差の影響を示す模式図である。

【図115】本発明の第8の実施の形態にかかる対物レンズの球面収差への1次回折の影響を示す模式図である。

【図116】本発明の第8の実施の形態にかかる対物レンズの球面収差への1次回折の影響を示す模式図である。

【図117】本発明の第7の実施の形態にかかる光ビツクアツプ装置の構成を示す光路図である。

【図118】本発明の第7の実施の形態にかかる実施例15の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図である。

【図119】図118の回折光学レンズについての波長 $(\lambda)=640,650,660\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図120】実施例15において光情報記録媒体の透明基板が図118より厚い場合の回折光学レンズの光路図

(92)

182

である。

【図121】図120の回折光学レンズについての波長 $\lambda=770,780,790\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図122】本発明の第7の実施の形態にかかる実施例16の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図である。

【図123】図122の回折光学レンズについての波長 $(\lambda)=640,650,660\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図124】実施例16において光情報記録媒体の透明基板が図122より厚い場合の回折光学レンズの光路図である。

【図125】図124の回折光学レンズについての波長 $\lambda=770,780,790\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図126】本発明の第7の実施の形態にかかる実施例17の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図である。

【図127】図126の回折光学レンズについての波長 $(\lambda)=640,650,660\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図128】実施例17において光情報記録媒体の透明基板が図126より厚い、合の回折光学レンズの光路図である。

【図129】図128の回折光学レンズについての波長 $\lambda=770,780,790\text{nm}$ に対する開口数0.60までの球面収差図である。

【図130】本発明の第7の実施の形態にかかる実施例18の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図である。

【図131】図130の回折光学レンズについての波長 $(\lambda)=390,400,410\text{nm}$ に対する開口数0.70までの球面収差図である。

【図132】実施例18において光情報記録媒体の透明基板が図130より厚い場合の回折光学レンズの光路図である。

【図133】図132の回折光学レンズについての波長 $\lambda=640,650,660\text{nm}$ に対する開口数0.70までの球面収差図である。

【図134】本発明における回折帯のピッチと、段差の深さを説明するための図である。

【符号の説明】

1 対物レンズ

2 コリメータレンズ

3 絞り

4 光軸

5 集光光学系

6, 7 ビームスプリッタ

8 光ビツクアツプ装置

9 対物レンズ

10 対物レンズ

11 対物レンズ

12 対物レンズ

13 対物レンズ

(93)

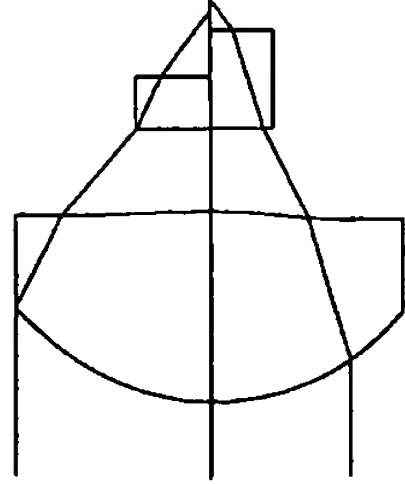
183

- 11 第1半導体レーザ
12 青色レーザ
13 第2半導体レーザ
16 対物レンズ
16a フランジ部
20 光ディスク
21 透明基板
22 情報記録面
111, 112 半導体レーザ
120, 121, 122 偏光ビームスプリッタ
130, 131, 132 コリメータ
140, 141, 142 1/4波長板
150 2次元アクチュエータ
160 対物レンズ
170 絞り
180 シリンドリカルレンズ

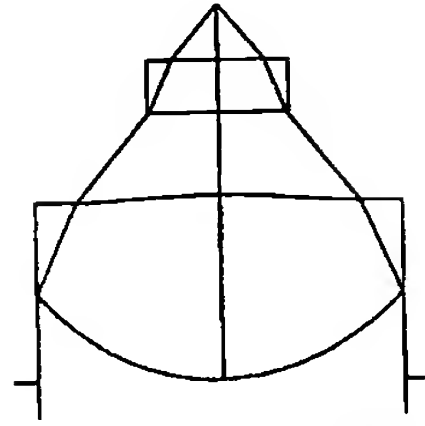
184

- 190 ビームスプリッタ
200 光ディスク
210 透明基板
220 情報記録面
230, 231, 232 ホログラム
240 第1の保護膜
250 非線形光学膜
260 第2の保護膜
270 第3の保護膜
300, 301, 302, 305 光検出器
400, 410, 420, 430 レーザ/検出器集積
ユニット
50 凹レンズ
60 カップリングリングレンズ
90 集光レンズ

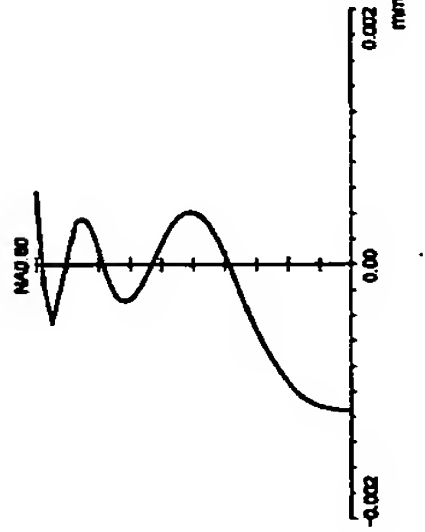
【図1】



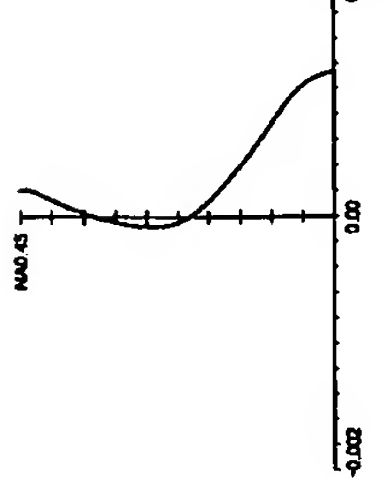
【図7】



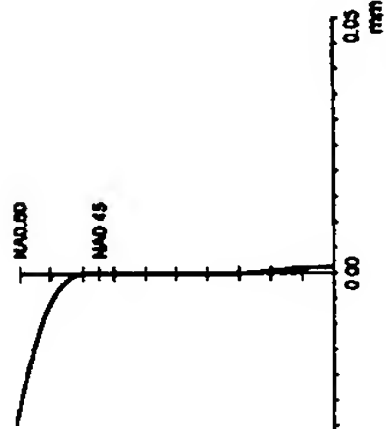
【図2】



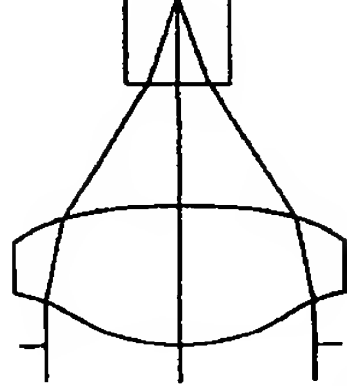
【図3】



【図4】

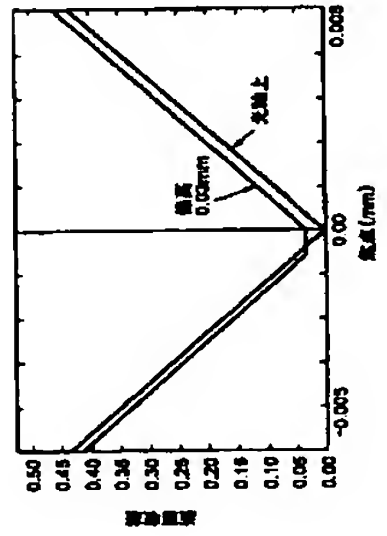


【図19】

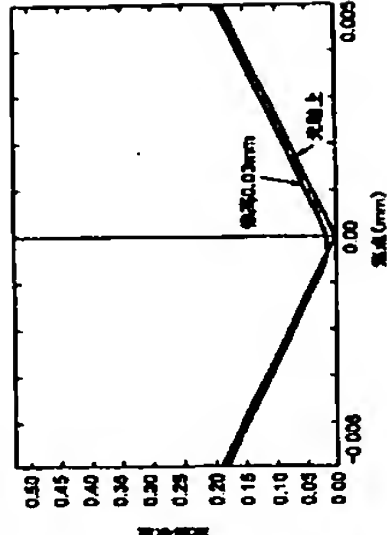


(94)

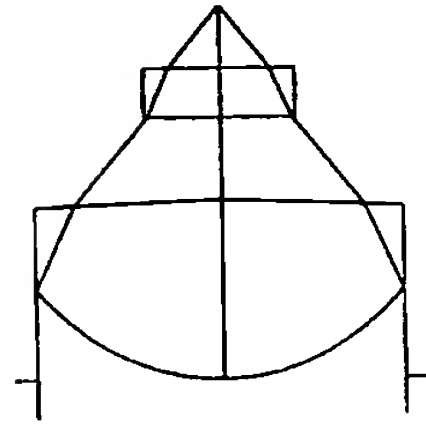
【図5】



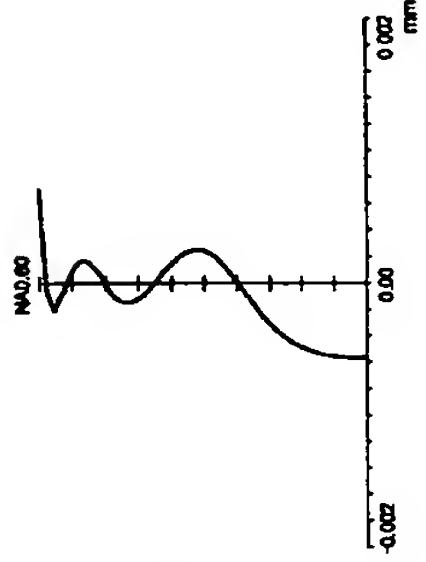
【図6】



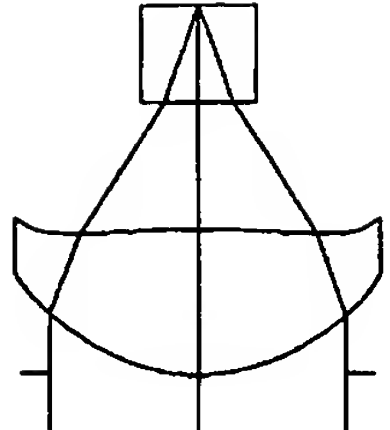
【図8】



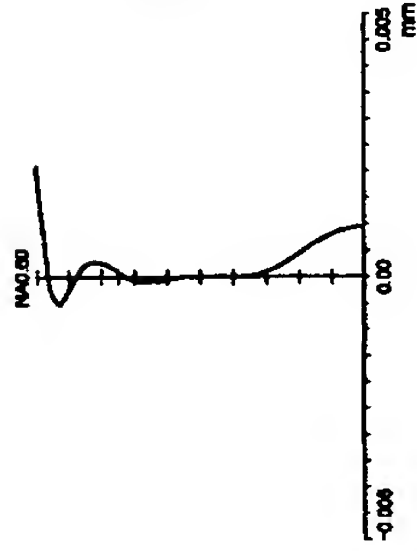
【図9】



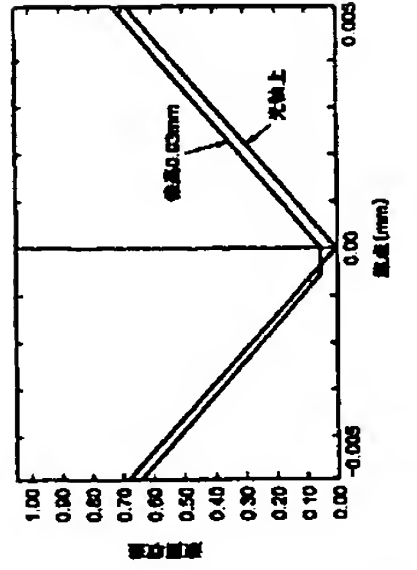
【図21】



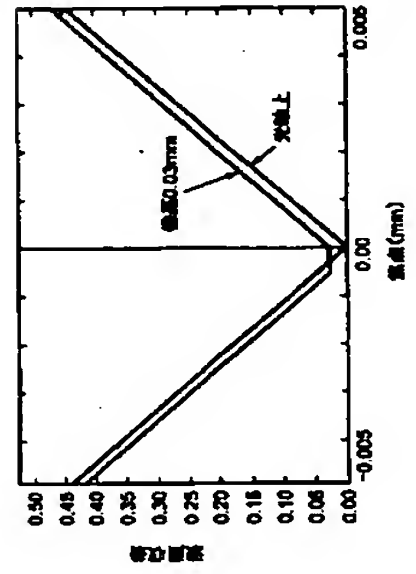
【図10】



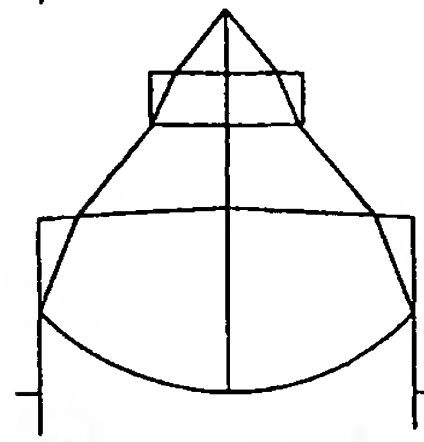
【図11】



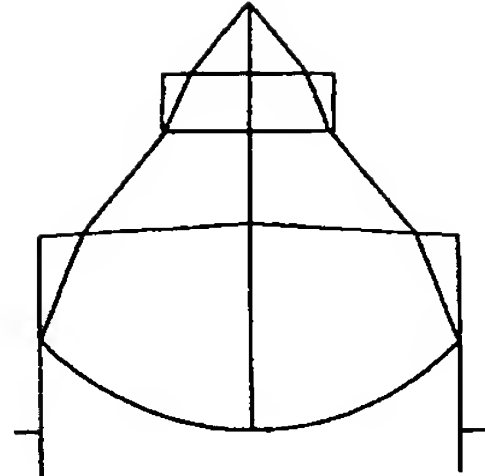
【図12】



【図13】

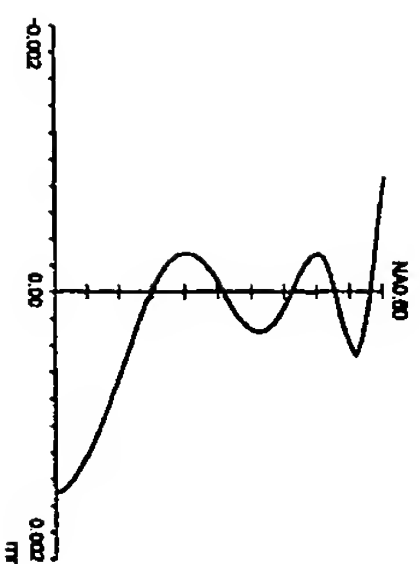


【図14】

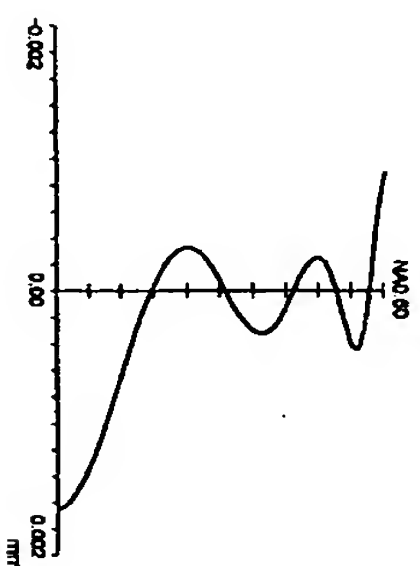


(95)

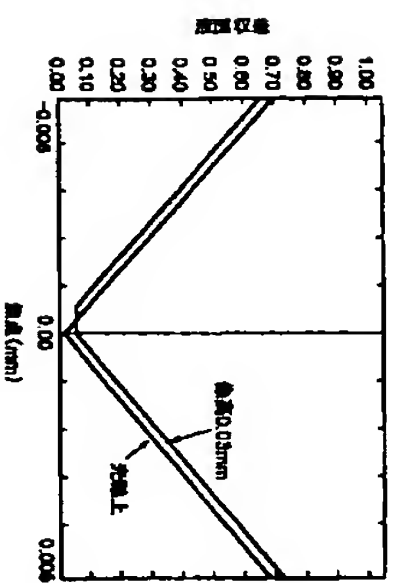
【図15】



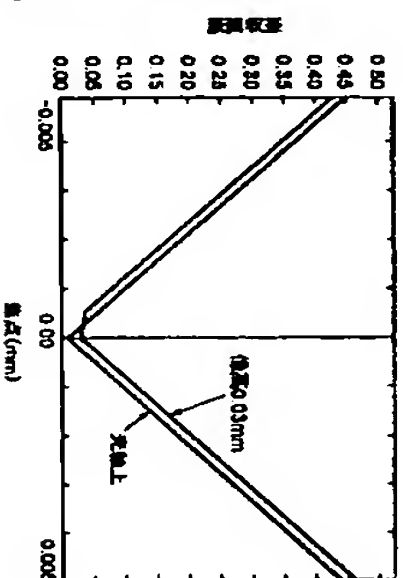
【図16】



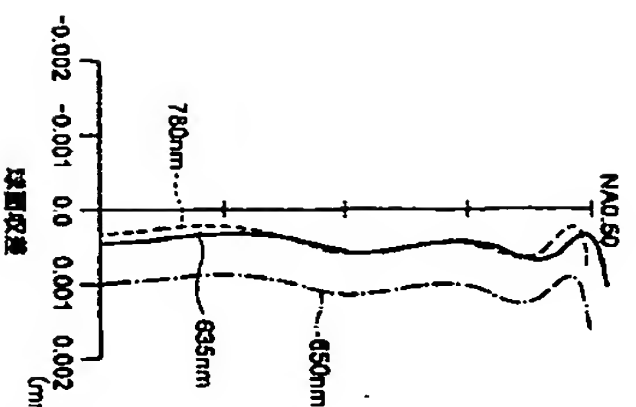
【図17】



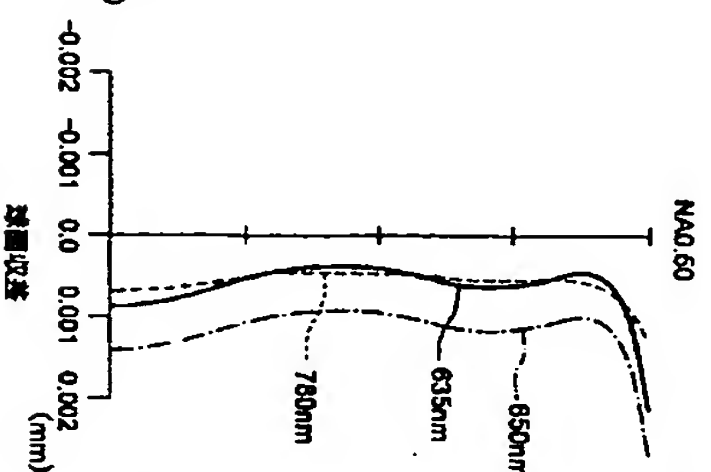
【図18】



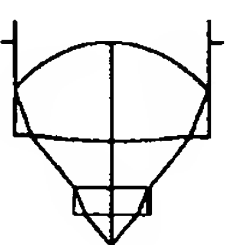
【図20】



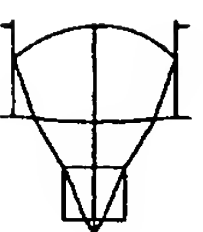
【図22】



【図23】

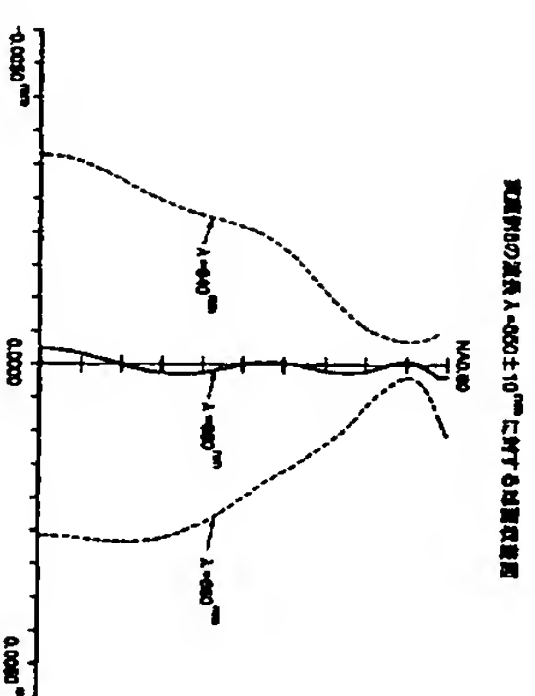


【図24】

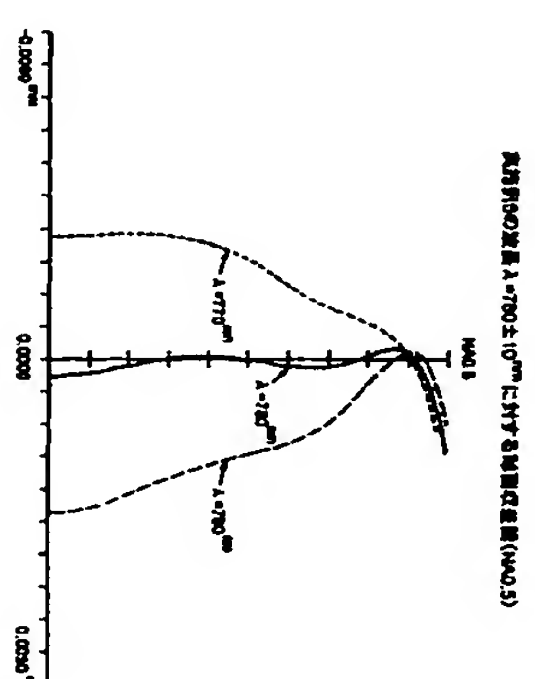


(96)

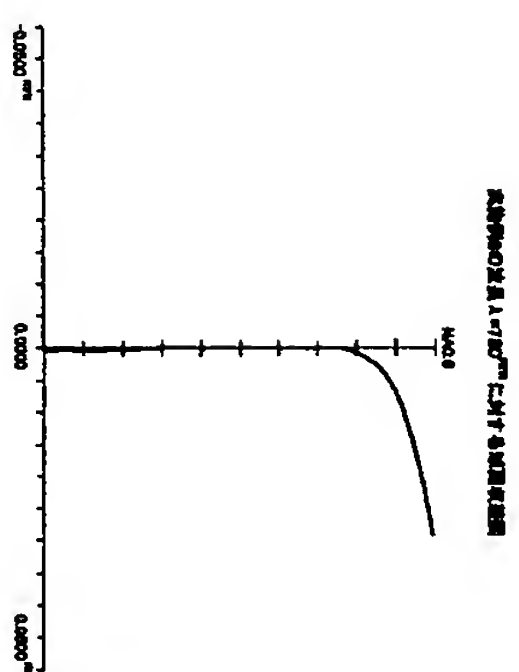
【図25】



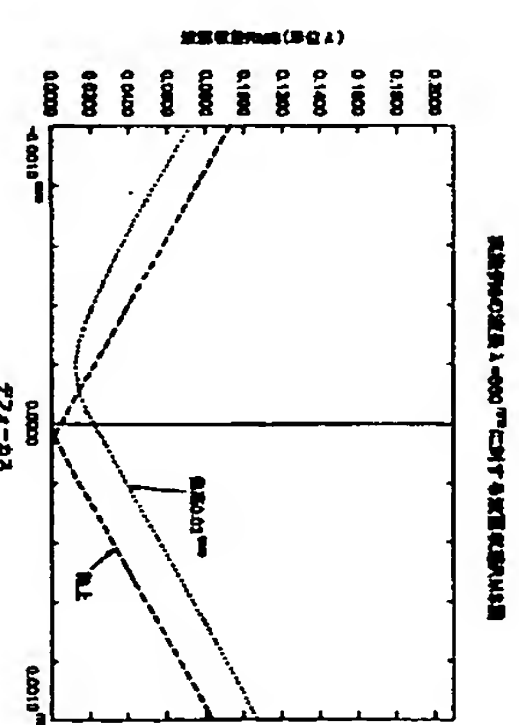
【図26】



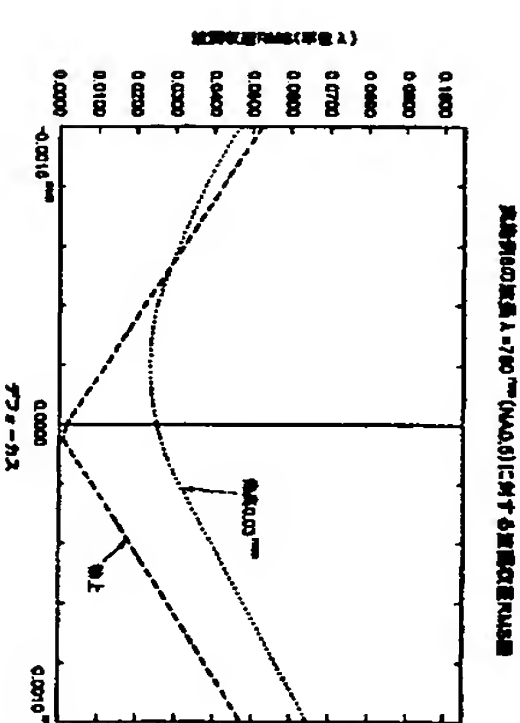
【図27】



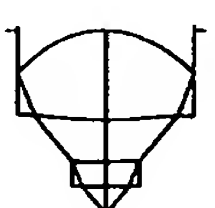
【図28】



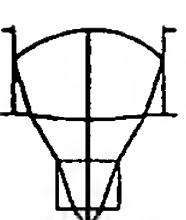
【図29】



【図30】

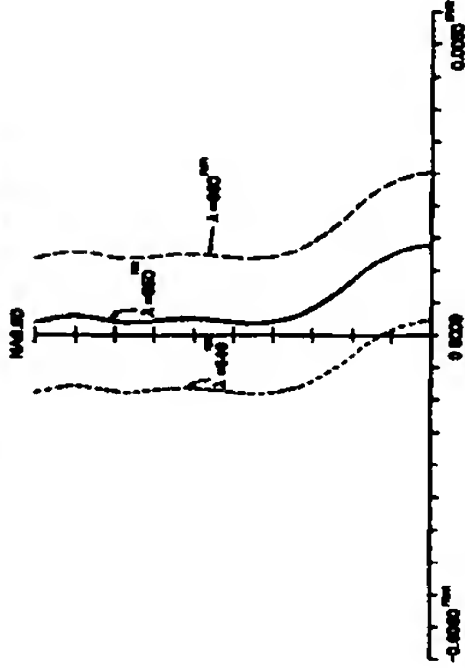


【図31】



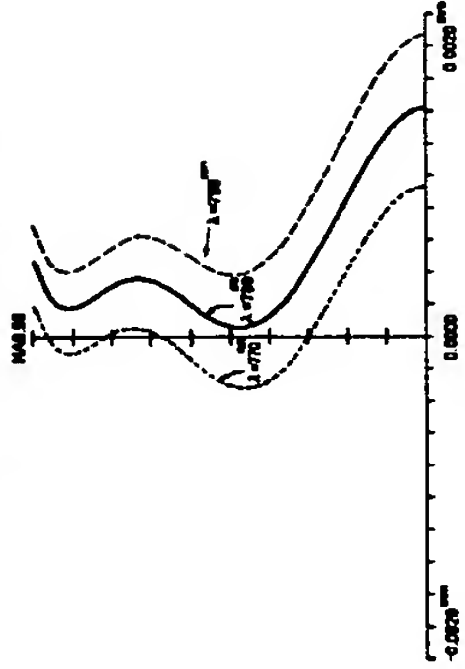
【図 32】

実施例7の波長 $\lambda = 650 \pm 10 \text{ nm}$ に対する透過率特性



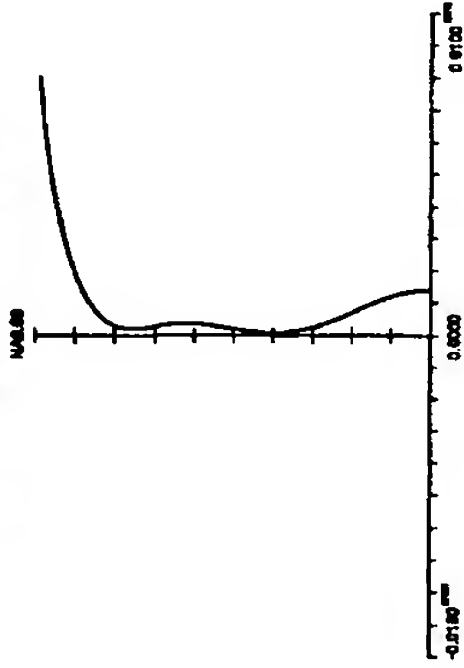
【図 33】

実施例7の波長 $\lambda = 780 \pm 10 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



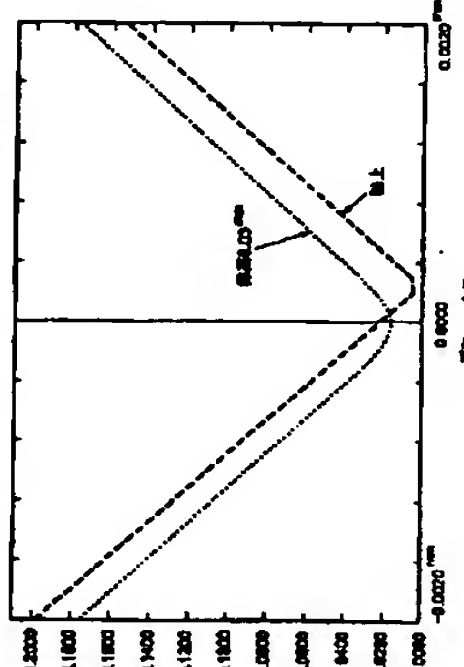
【図 34】

実施例7の波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



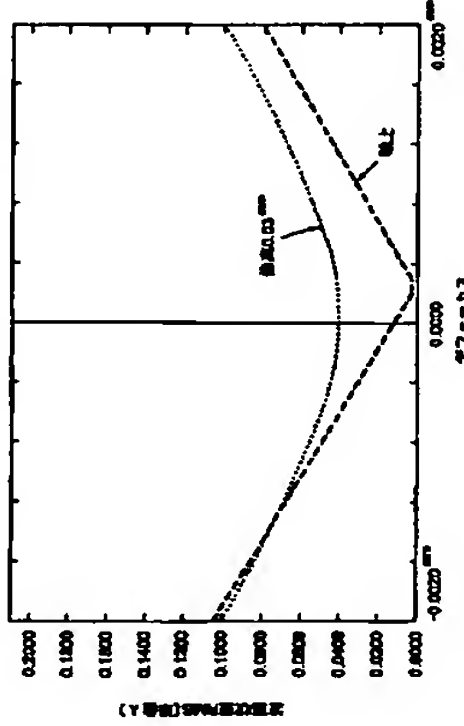
【図 35】

実施例7の波長 $\lambda = 650 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



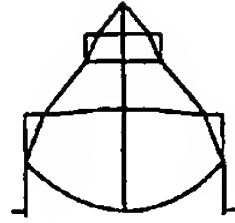
【図 36】

実施例7の波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



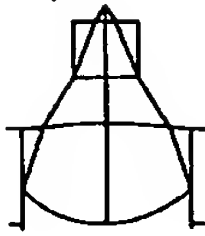
【図 37】

実施例8の断面図と波長 $\lambda = 650 \text{ nm}$ に対する光路図



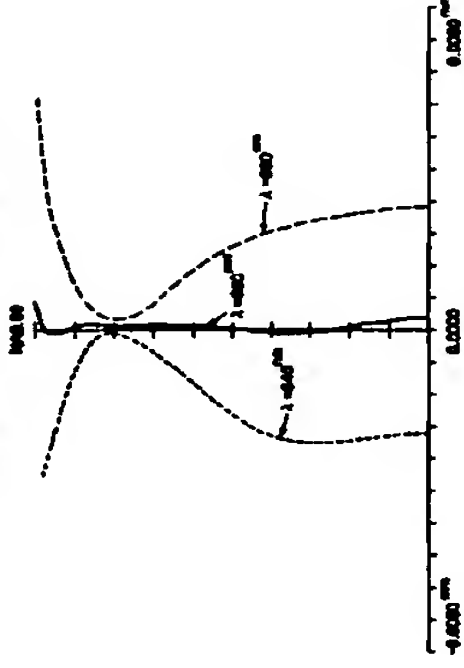
【図 38】

実施例8の断面図と波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ (NA0.5) に対する光路図



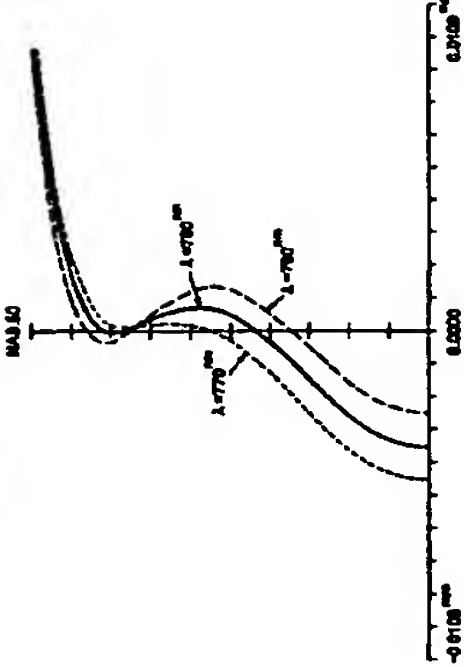
【図 39】

実施例9の波長 $\lambda = 650 \pm 10 \text{ nm}$ に対する透過率特性



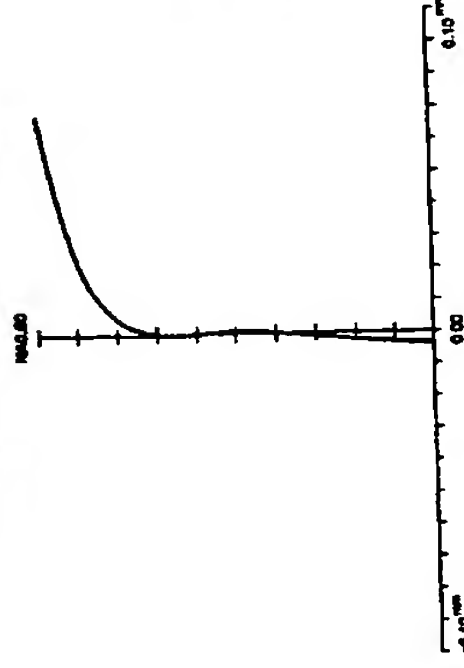
【図 40】

実施例9の波長 $\lambda = 780 \pm 10 \text{ nm}$ に対する透過率特性



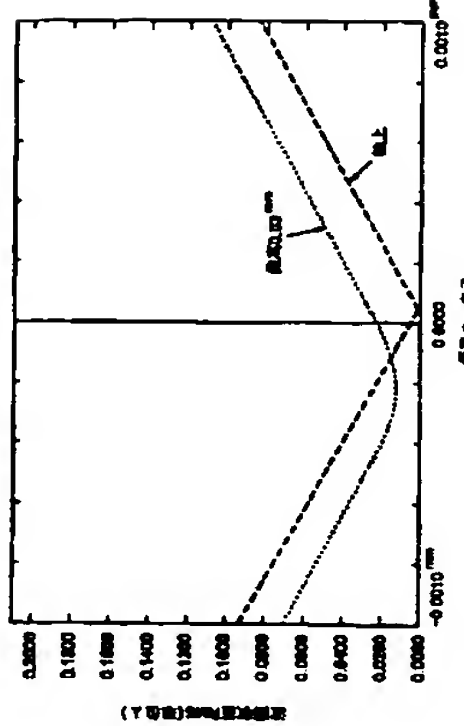
【図 41】

実施例9の波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



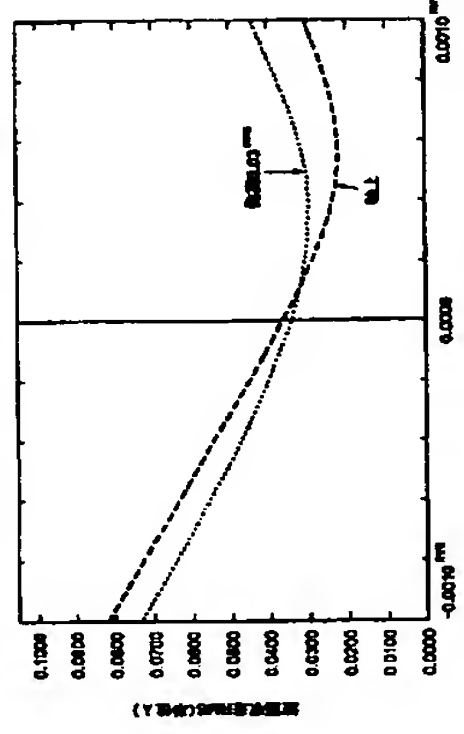
【図 42】

実施例9の波長 $\lambda = 650 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



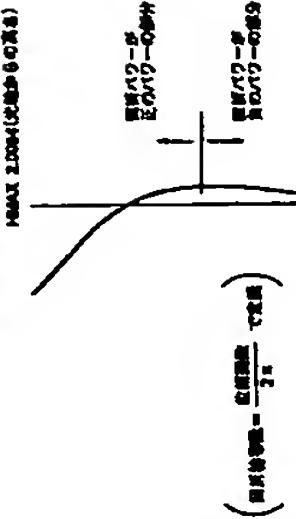
【図 43】

実施例9の波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ に対する透過率特性 (NA0.60)



【図 44】

実施例9の断面図と波長 $\lambda = 650 \text{ nm}$ に対する光路図



【図 51】

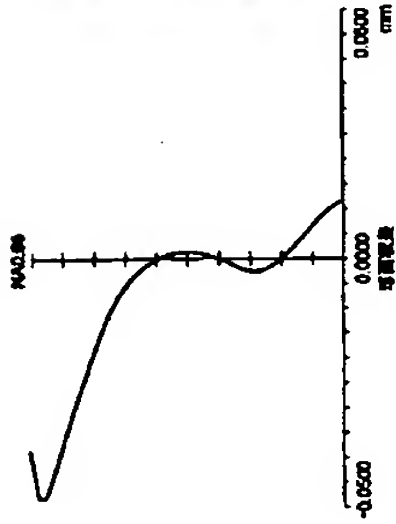


【図 57】

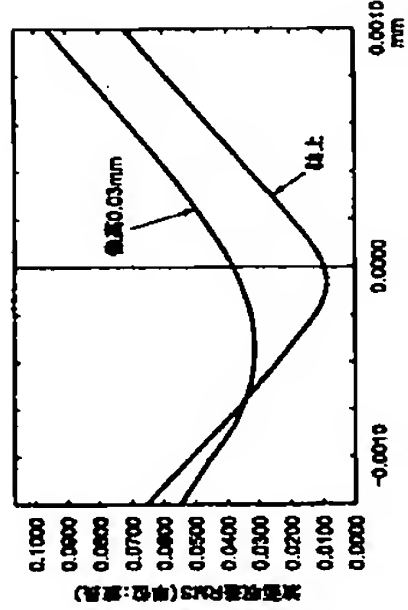


(101)

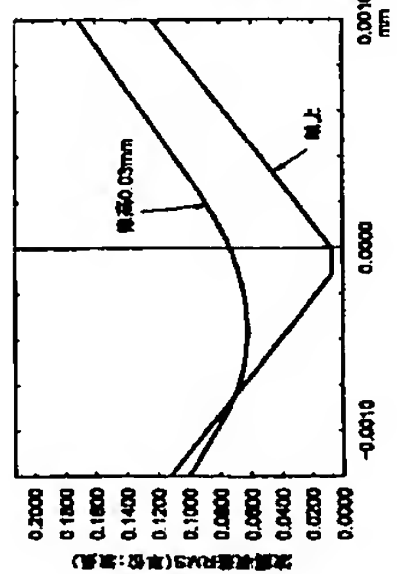
【図63】



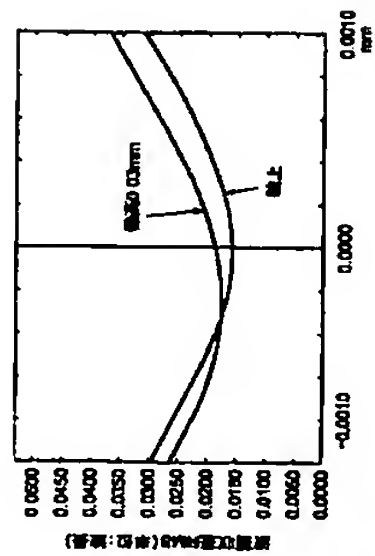
【図64】



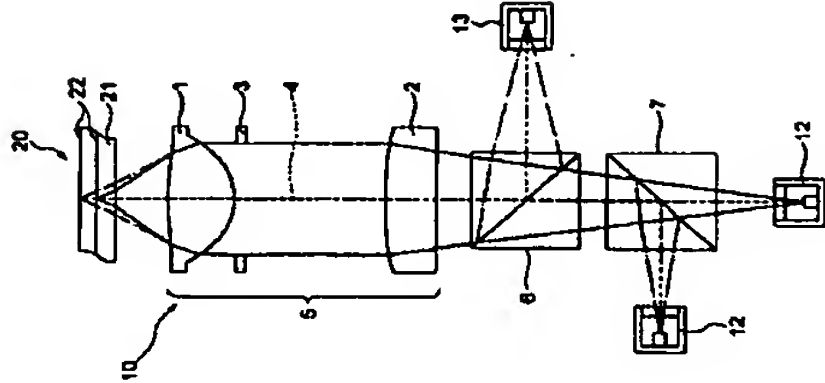
【図65】



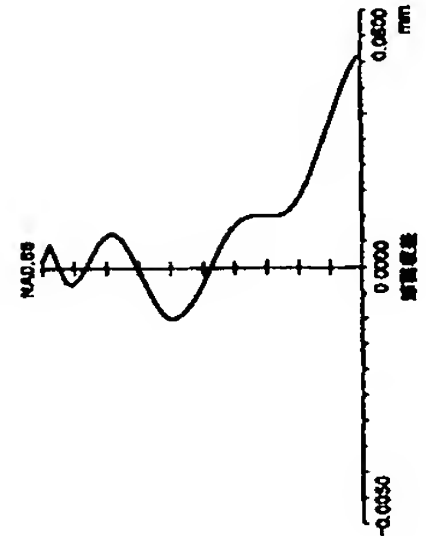
【図66】



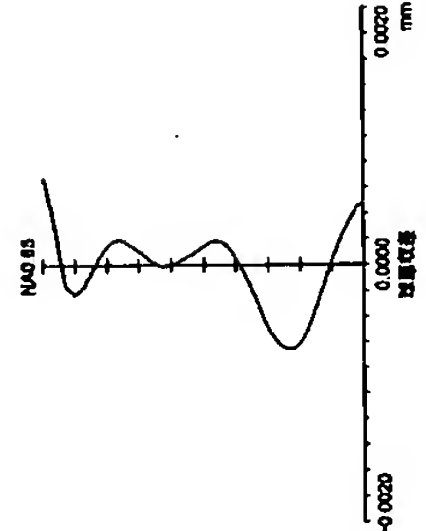
【図67】



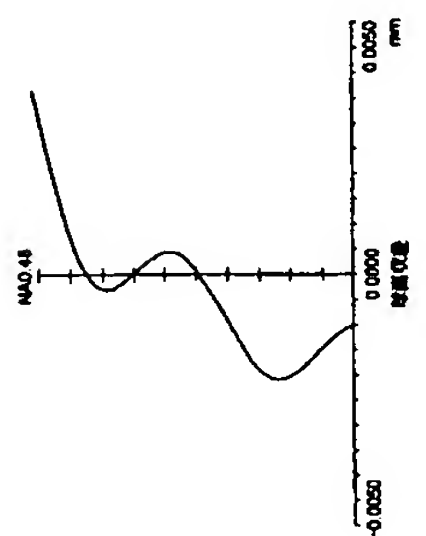
【図71】



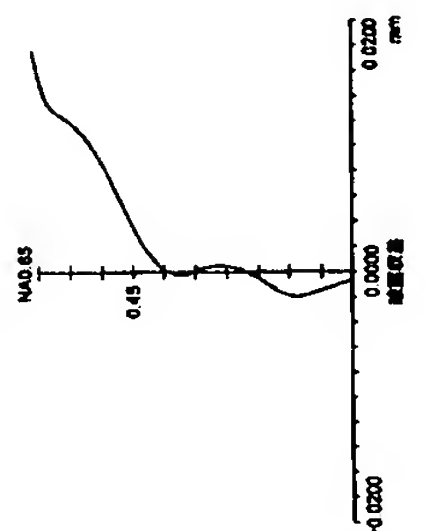
【図72】



【図73】

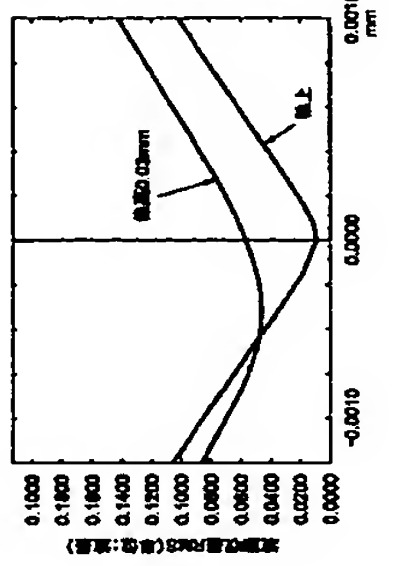


【図74】

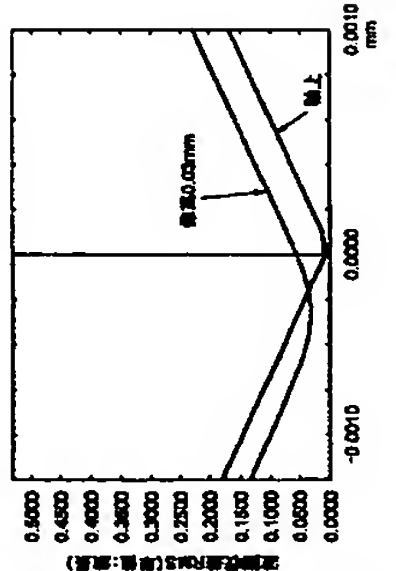


(102)

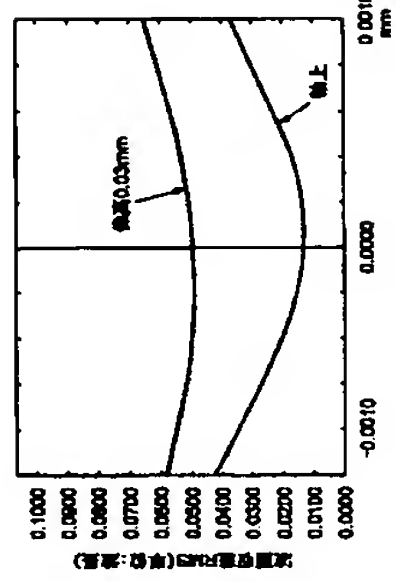
【図75】



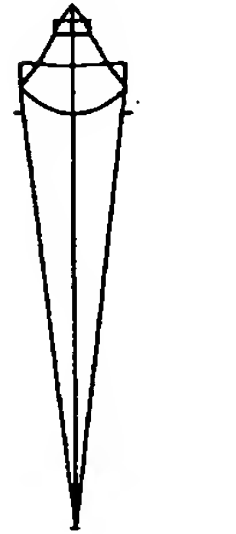
【図76】



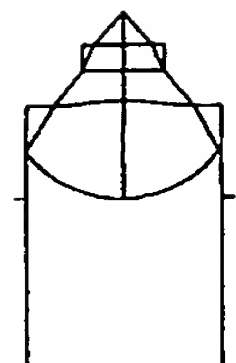
【図77】



【図78】



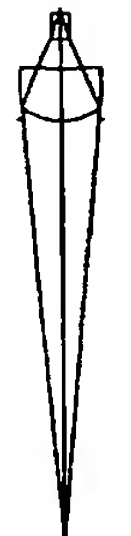
【図88】



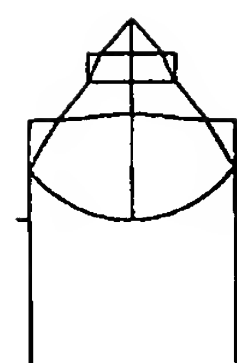
【図79】



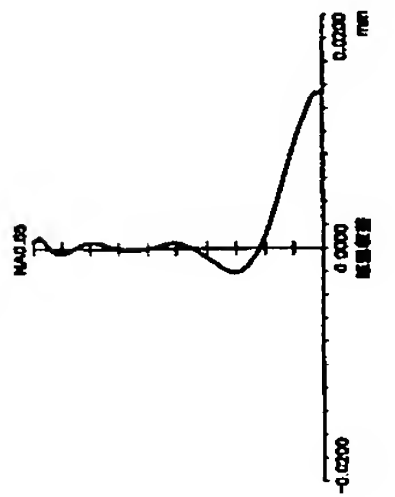
【図80】



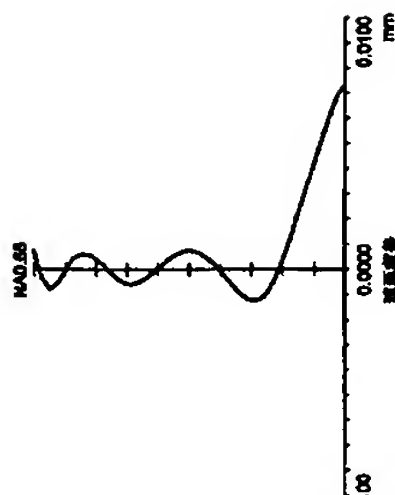
【図89】



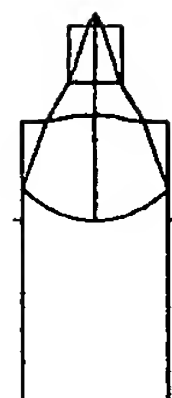
【図81】



【図82】

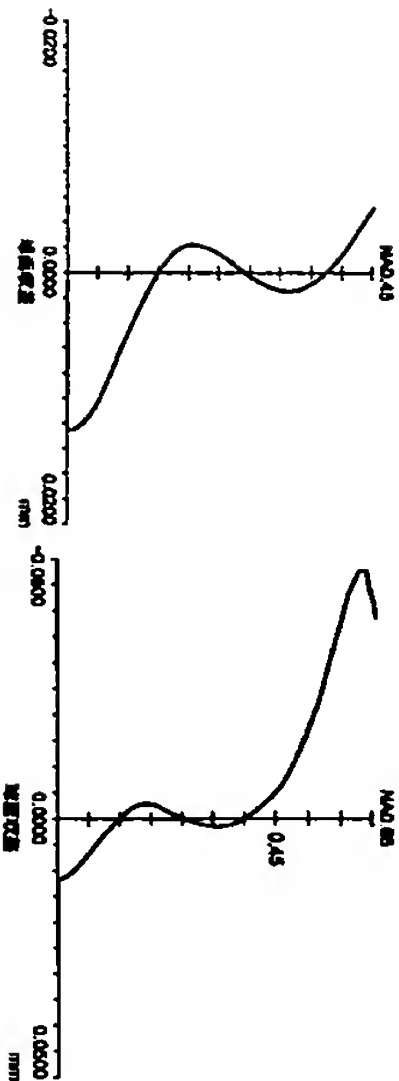


【図90】

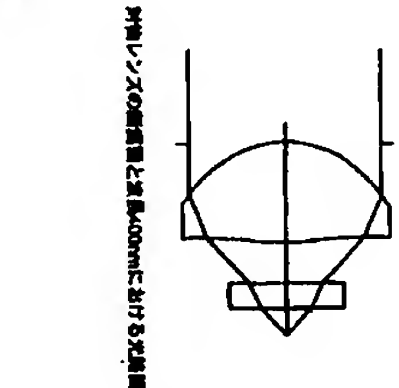


(103)

【図83】

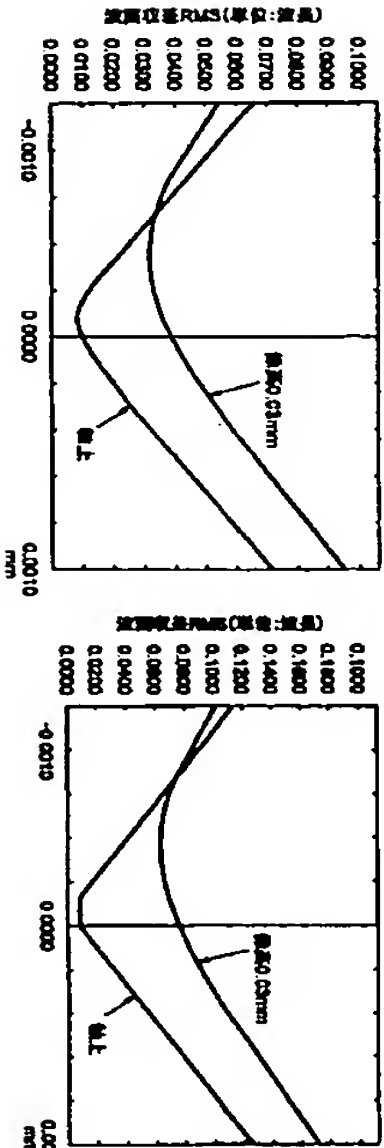


【図84】

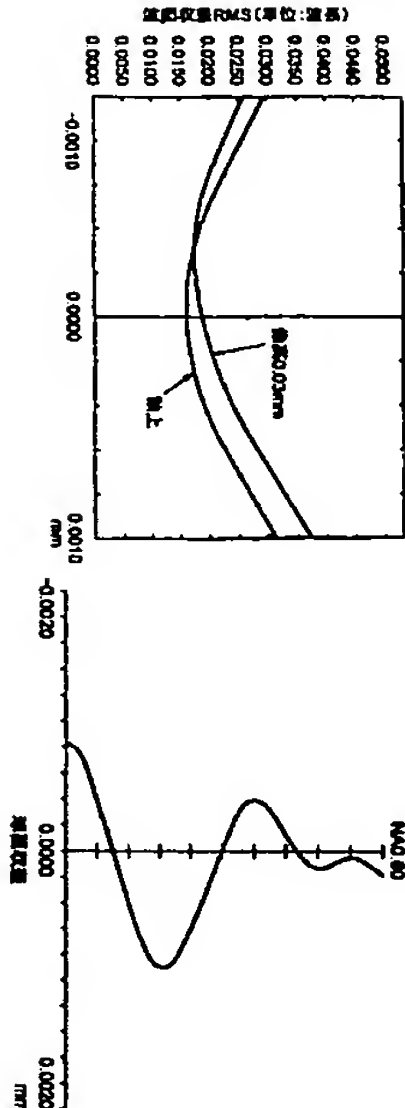


【図85】

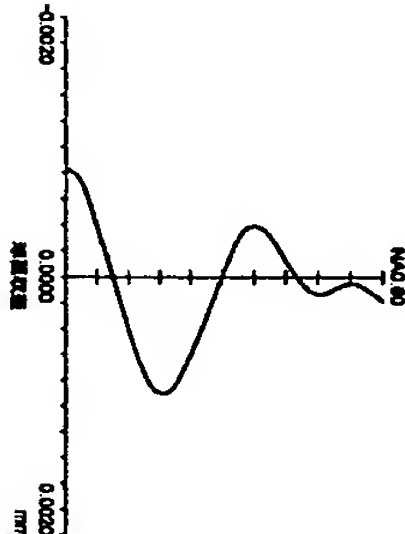
【図86】



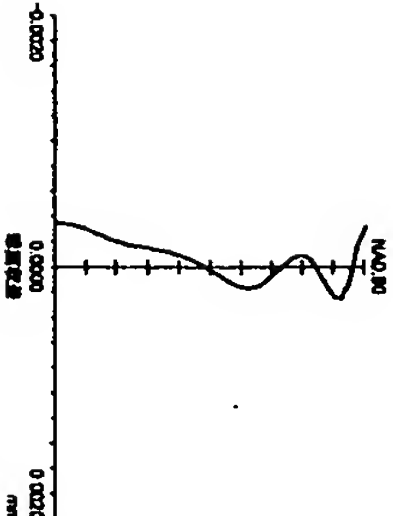
【図87】



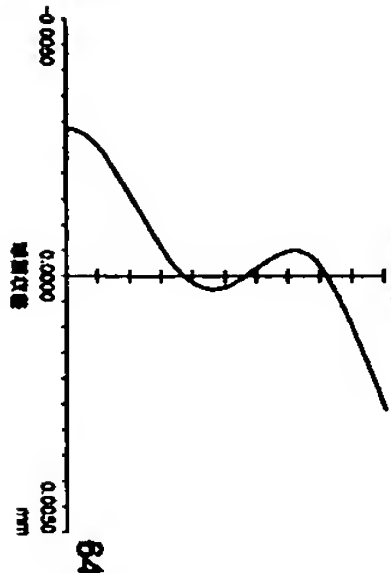
【図91】



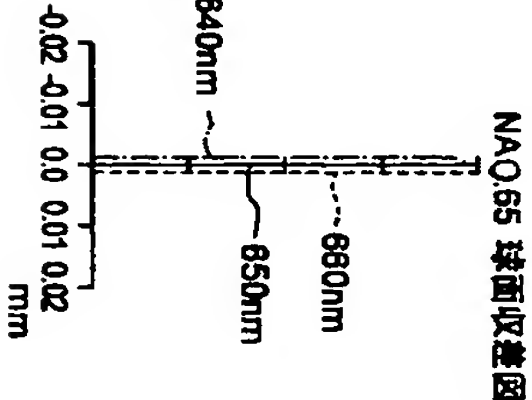
【図92】



【図93】

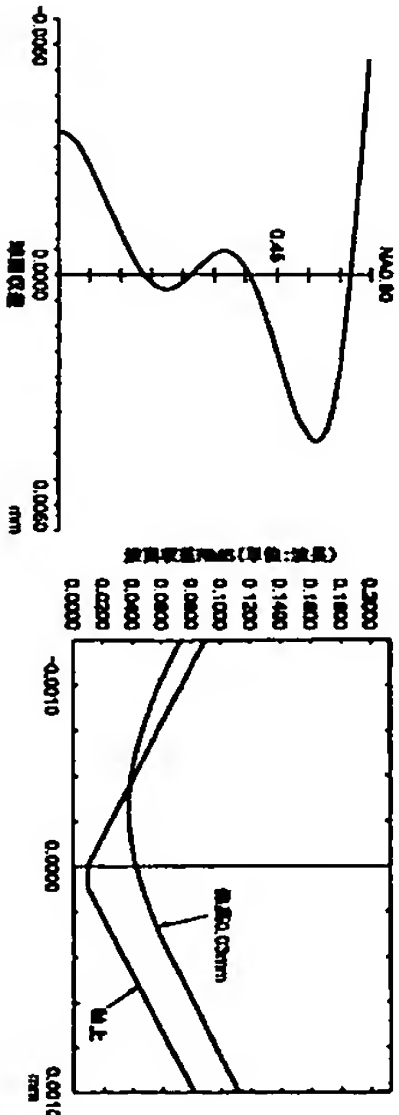


【図100】



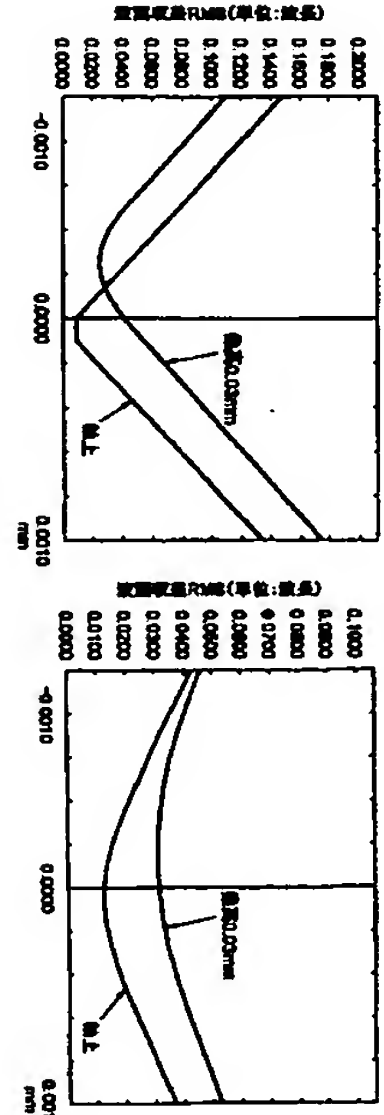
(104)

【図94】

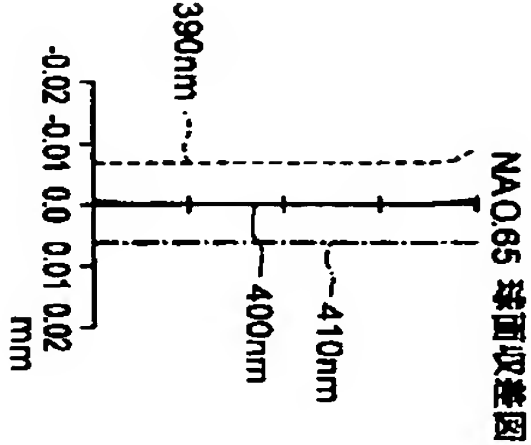


【図95】

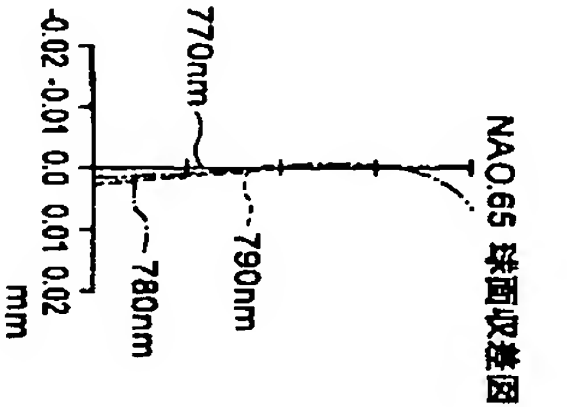
【図96】



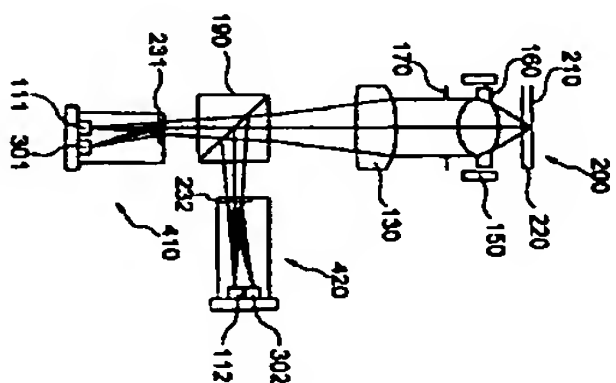
【図99】



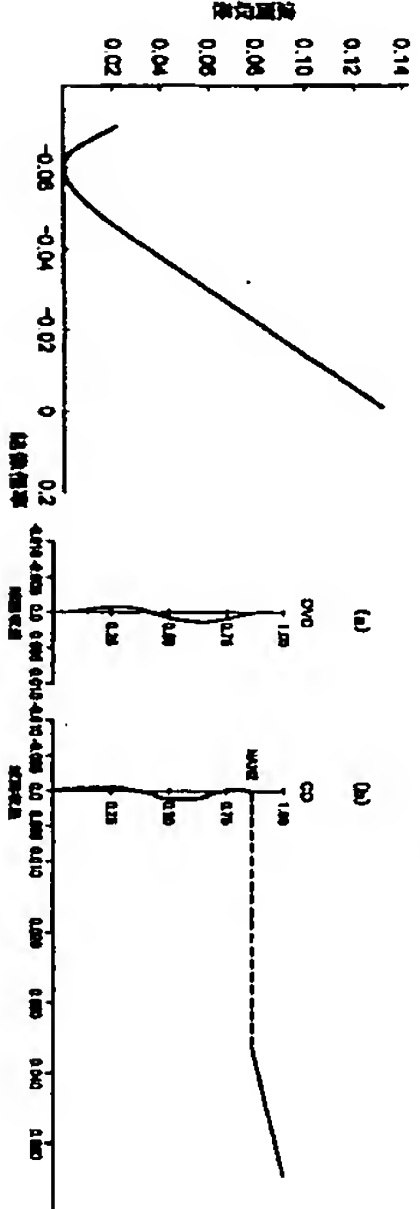
【図101】



【図105】



【図110】

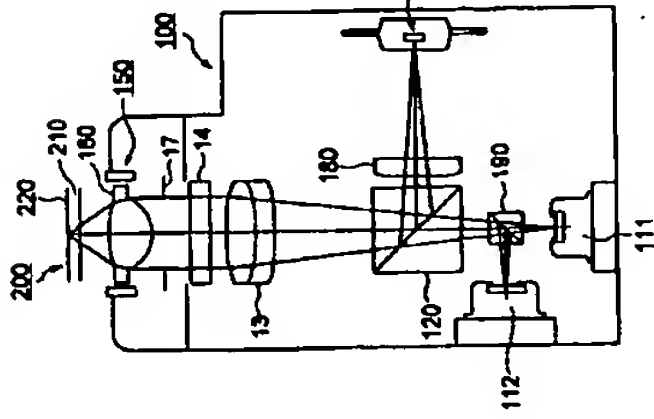


【図112】

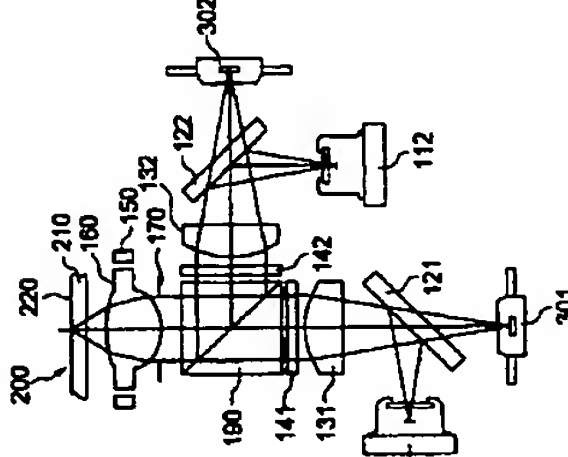


(105)

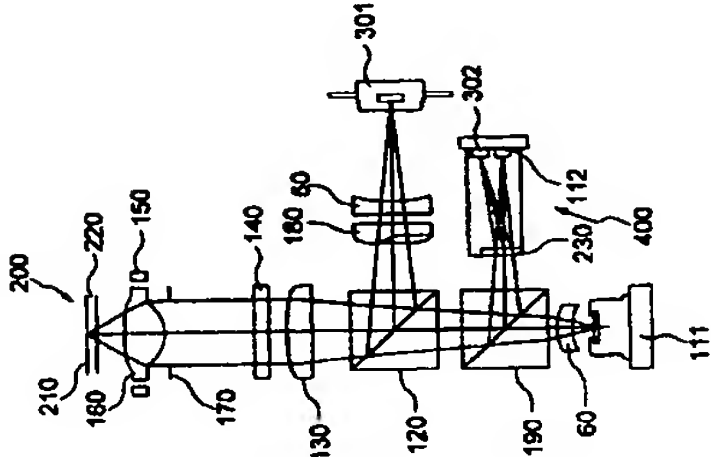
【図102】



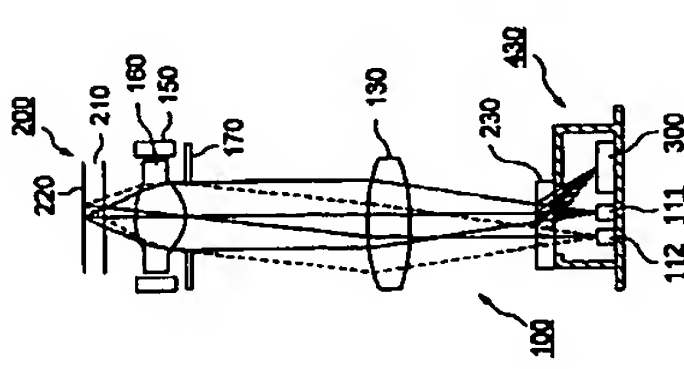
【図103】



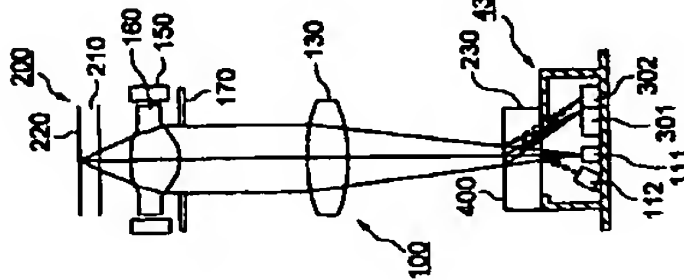
【図104】



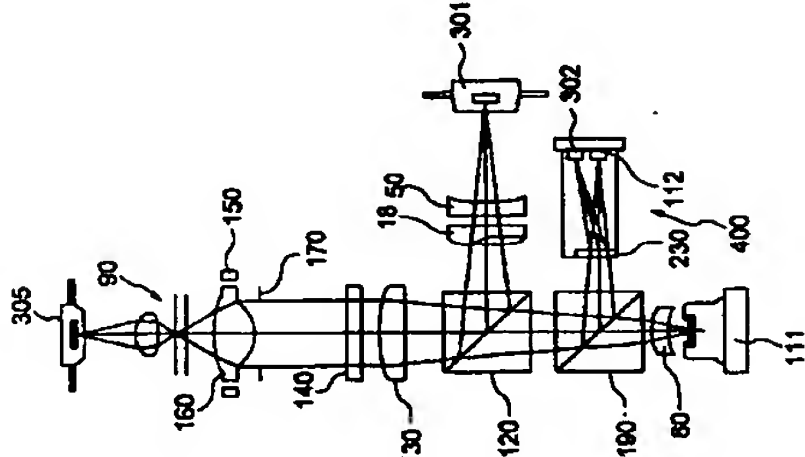
【図106】



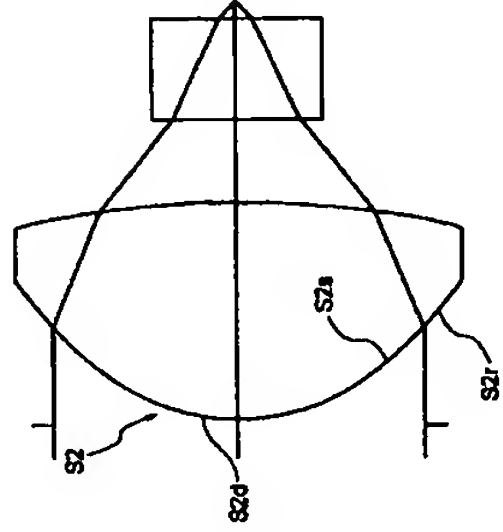
【図107】



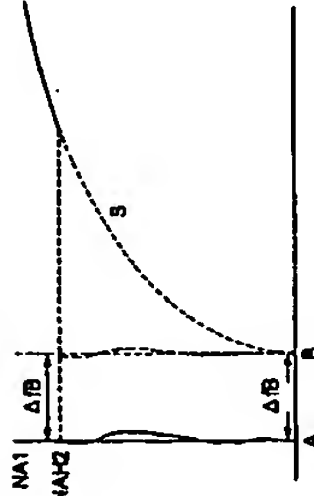
【図108】



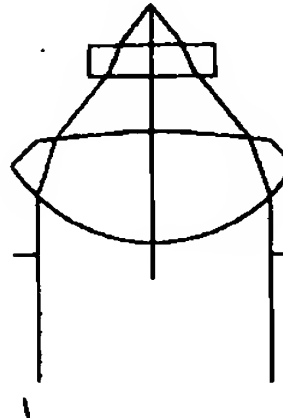
【図111】



【図114】

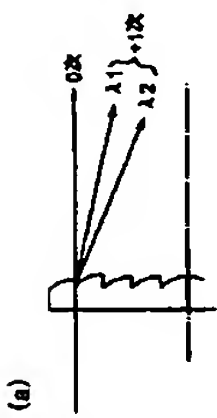


【図122】

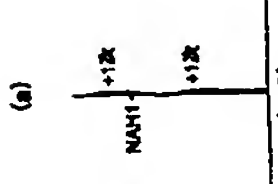


(106)

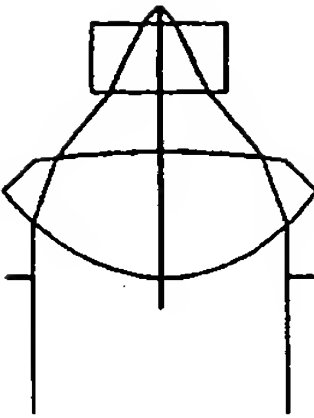
【図113】



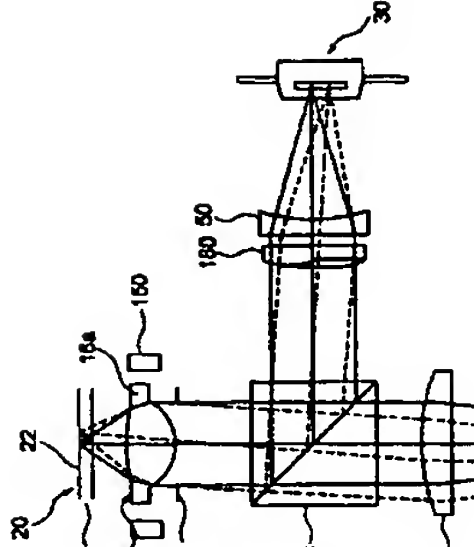
【図115】



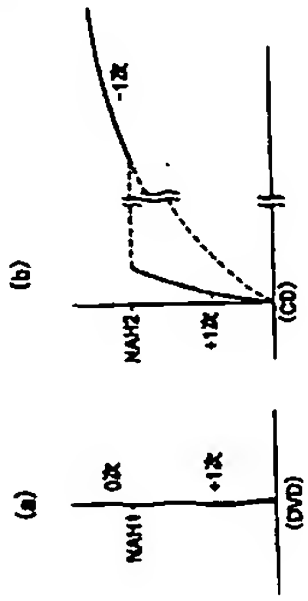
【図124】



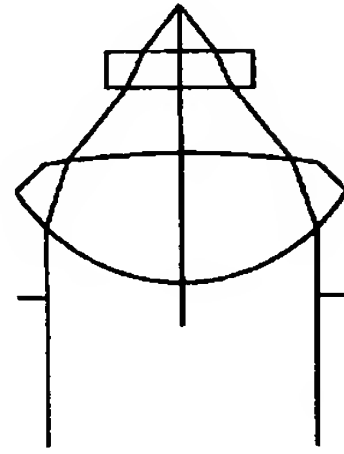
【図117】



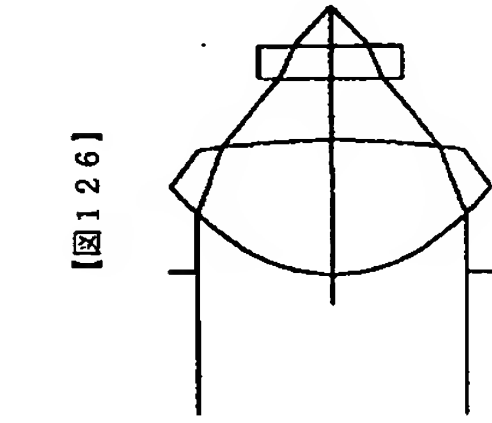
【図116】



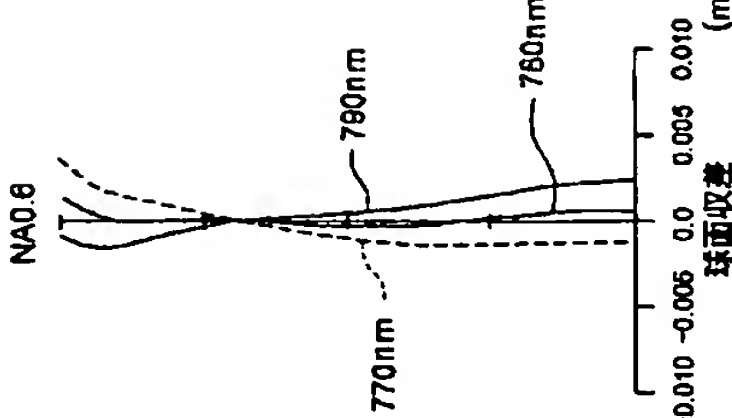
【図118】



【図120】

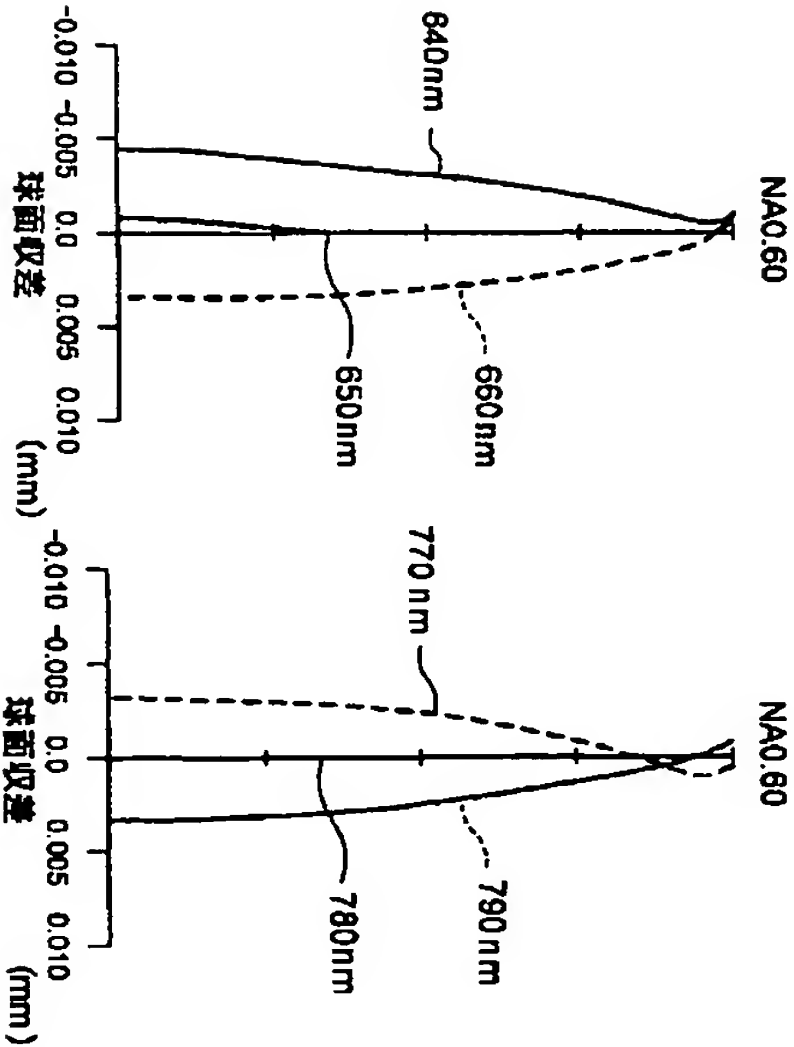


【図125】

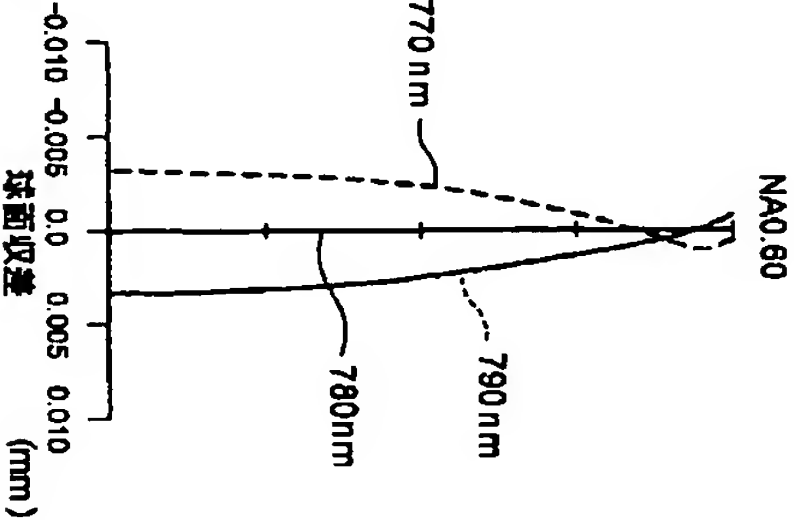


(107)

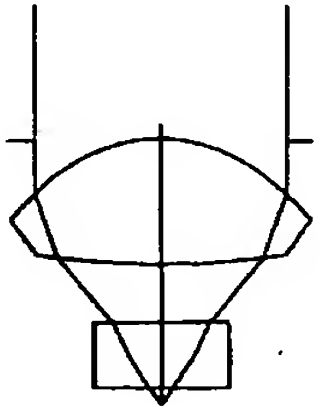
【図119】



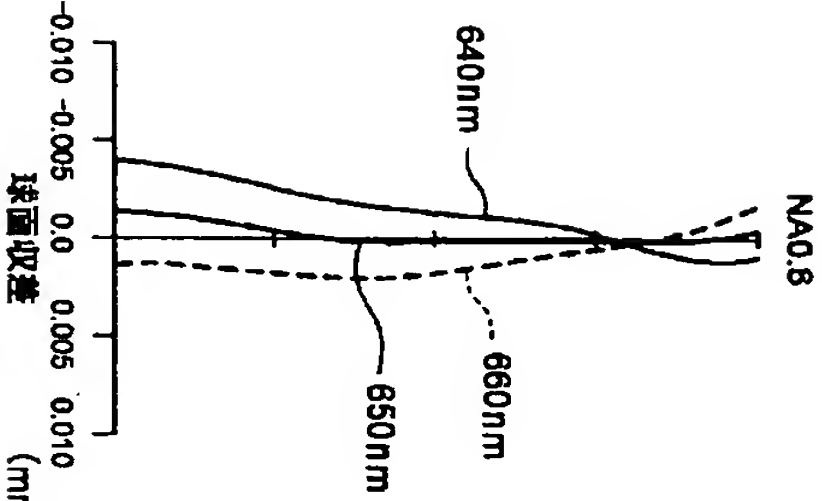
【図121】



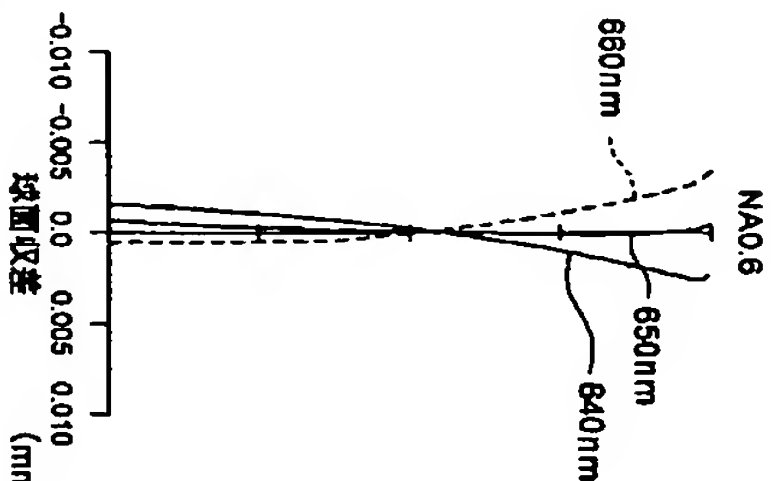
【図128】



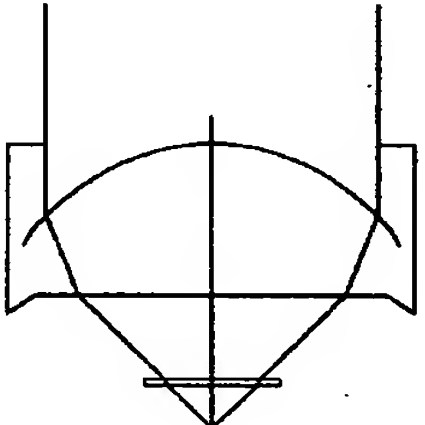
【図123】



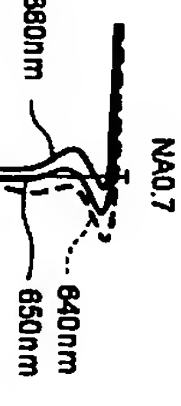
【図127】



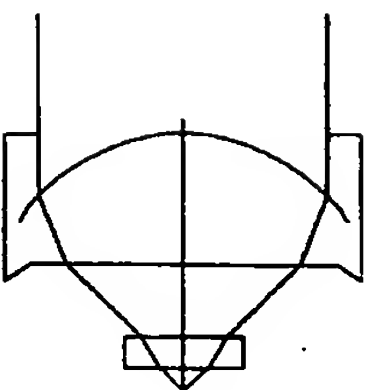
【図130】



【図133】

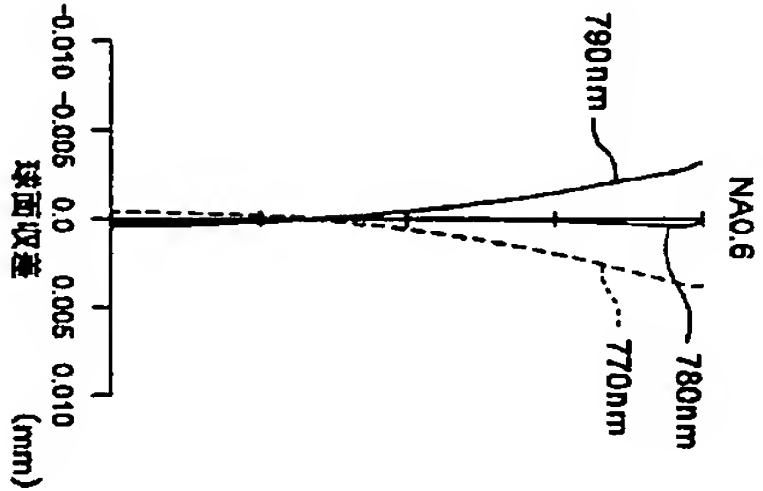


【図132】

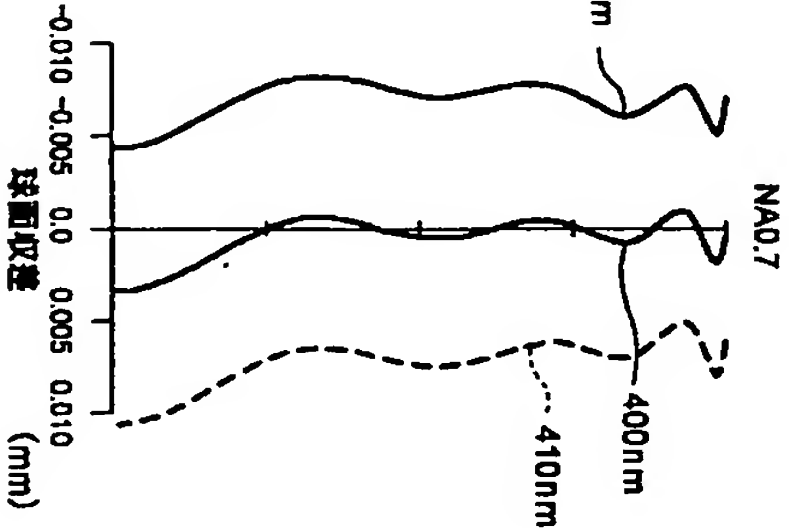


(108)

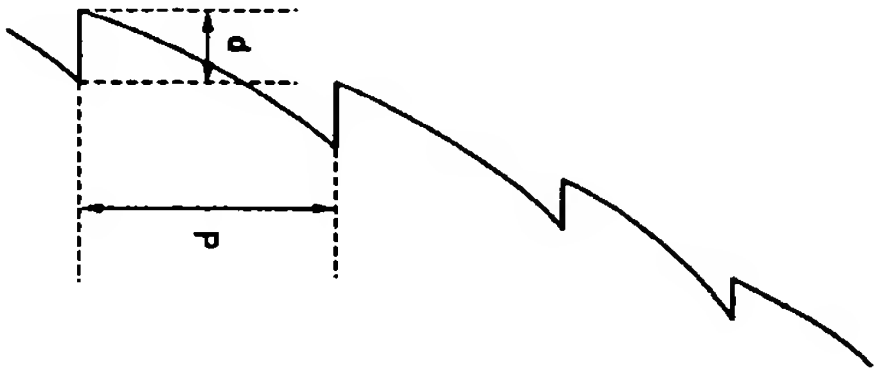
【図129】



【図131】



【図134】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
G11B 7/004
7/125

識別記号

F I
G11B 7/004
7/125

フロント(参考)

Z
A

(109)

7/24	5 3 1	7/24	5 3 1 Z
(31)優先権主張番号	特願平11-15010	(72)発明者	桐木 俊彦
(32)優先日	平成11年1月22日(1999. 1. 22)		東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株
(33)優先権主張国	日本(J P)		式会社内
(31)優先権主張番号	特願平11-257466	Fターム(参考)	2H049 AA03 AA04 AA18 AA43 AA45
(32)優先日	平成11年9月10日(1999. 9. 10)		AA57 AA65
(33)優先権主張国	日本(J P)	2H087 KA13 LA01 NA08 NA14 PA01	
(31)優先権主張番号	特願平11-312701	PA17 PB01 QA02 QA06 QA07	
(32)優先日	平成11年11月2日(1999. 11. 2)	QA12 QA14 QA32 QA34 RA05	
(33)優先権主張国	日本(J P)	RA12 RA13 RA42 RA46 UA01	
(72)発明者	斉藤 真一郎	5D029 KB14	
	東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株	5D090 AA01 BB02 BB05 CC16 LL01	
	式会社内	5D119 AA41 BA01 BB01 BB04 EC45	
(72)発明者	小嶋 俊之	EC47 FA08 JA43 JA44 JA58	
	東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株	JA63 JB02 JB04	
	式会社内		

(54)【発明の名称】 光ビックアップ装置、この光ビックアップ装置を備えた記録再生装置、光学素子、情報の記録再生方法、光学系、レンズ、光ディスク用回折光学系、再生装置及び光ビックアップ装置用対物レンズ

